



كـــتاب الـشــرح

جروب یلا نذاکر ثانویة عامة ۲۰۲۱





إعداد صــابر حـــکيم





كـــتاب الشـــرح

جروب یلا نذاکر ثانویة عامة ۲۰۲۱



BUESTASI

حقوق الطبع محفوظة

الدولية للطبع والنشر والتوزيع -الفجانا-اللاهرة ت/١٥٨٨٨٨٦

إعداد صـــابر حــــکيم

جروب یلا نذاکر ثانویة عامة ۲۰۲۱

بطاقة فهرسة

فهرسة أثناء النشر إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية إدارة الشئون الفنية

سلسلة الامتحان في الكيمياء «كتاب الشرح»

إعداد / صابر حكيم

ط١ - القاهرة : الدولية للطبع والنشر والتوزيع ، ٢٠٢٠ - ٢٠٢١

سلسلة الامتحان

«للصف الثالث الثانوي»

تدمك : ۸ - ۷۱۲ - ۷۷۹ - ۷۷۷

١- الكيمياء - تعليم وتدريس.

٢- التعليم الثانوي.

ب. السلسلة.

أ. العنوان.

0£+,V

رقم الإيداع : ١١٤١٥/ ٢٠٢٠





يمكنك الاطلاع على الأجـزاء التى لم يتـم دراستها من من<mark>هج الفصل الدراسى الثانـى للعـــام السابـق</mark> من خلال مسح **GR Code** المقابل.



انطلاقًا من اهتمامنا المتزايد بتقديم كل ما هو جديد كان شغلنا الشاغل إعداد كتاب في مادة الكيمياء للصف الثالث الثانوى يتماشى مع المنهج المطور، ويكون مناسبًا للمذاكرة يومًا بيوم، ولتحقيق السيطرة العلمية على المادة قدمنا:

كتاب الشرح :

- ملون يعرض المادة العلمية مدعمة بالصور والأشكال والجداول.
 - مقسم أبوابه إلى دروس.

و كل ما نتمناه أن يحقق هذا المؤلّف الفائدة المرجوة لطرفي العملية التعليمية : • . الطالب و المعلم

والله وليُّ التوفيق أسرة سلسلة الامتحان

-1) O.L.B.C. 1

شیاستنا تحدیث، وتطویر مستمر.
 معنا دائمًا فی المقدمة.





التطبيق التفاعلى للتعلُّم عن بُعد

Ma3ak App



بتجربة التعلم التفاعلي لجميع المواد الدراسية واحصل مجانًا على جميع مزايا التطبيق من...



الامتحان

كيفية استخدام التطبيق

قُـم بنتريل النطبيق من



قُـم بإنشَـاء الحسـات الحـاص بك

أدخل كودك الشحيصي الموجود في ظهر العلاف أو امسيح علامة الباركود من حلال التطييق



حساب طالب

- شــرح الـــدروس بأحــدث وسائل الإيضاح.
- اختبارات وامتحانات تفاعلية.
- تقــاربرو إحصــائيـات
- اسأل الامتحان المحاصر
- ألعاب وأنشطـة تعليمية.
 مزايا متعددة طوال العام.



حساب ولک أمر

- نابع مستوى أولادك من خلال تقاربر أنشط تهم على التطبيق.
- نعــرَفعـــلى كــــل حديد
 فى العملية التعليمية



حساب معلم

- نواصل مع مجموعة من طلابك وأرســـل لهــم مواد تعليمية واختيارات حاصة بك
- قَيْم مستوى طلابك من خلال متابعة أنشطتهم وتواصلهم المباشر معك.



عيف تحمى نفسك من فيروس كورونا المستجد (كوفيد - ١٩_{) ؟}



اغسل يديـك جيـدًا بانتظـام بالماء والصابون أو بمعقم يدين كحولى.



تجنـب لمـس العـيـنـيـن والأنف والفم بأيدٍ غير نظيفة



غطِ فمـك وأنفـك عند العطـس أو السعــــال بمـنـــديـــل ورقـــــى وتخلص منـه فـى ســلة المهمـلات، أو استخدم الكوع أو أعلى الذراع عند العطس أو السعال.



تجــنـــب لـمـــس الأســطـــح فى الأمـــاكـــــن العــــامـــة بدون ارتـداء القفازات الطبية.



ارتدى الكمامة في الأماكن العامة خارج المنزل.



تجنـب الاحتكـاك بالمصابيـن أو بالحالات المشتبه في إصابتها.





تجنـب مشاركـة أدوات الطعام والأدوات الشخصية مع اللذرين.



دافظ على التباعــد الاجتـمـاعـى والتزم بمسافة أمنـة (متـر ونصـف على الأقـل) عنـد الحاجـة لمخالـطـة الأخرين.



تجنـب التـواصــــل الجســدى (المصـافحـة بالأيـدى والتقبيل والأحضان).



تناول الأطعمة الصحية المقوية للمناعة مثل الخضروات والفاكهة واللحوم والأسماك واللبن.



تجنـــب التــــواجـــــد فـــ الأمـاكــن المـزددمــة.



التـزم المنــزل إذا شعــرت بالحمــى والسعال واطلب المساعدة الطبية عند الحاجة.



تجنــب التعـامــل مع الحيوانـان دون استخدام وسائل الوقاية

كيف تغسل يديك بطريقة صحيحة ؟



💽 مدة غسل الأيدى من ٢٠ إلى ٤٠ ثانية .



افرك ظهر اليد اليسرى براحة اليد اليمنى مع تشبيك الأصابع ثم افعل نفس الشيء باليد اليمني



افرك اليدين بدعك الراحتين



ضع مقدارًا من الصابون يكفى لتغطية اليدين معًا



بلل اليدين بالماء



افرك راحة اليد بحركة دائرية إلى الخلف وإلى الأمام بحيث تشتبك أصابع اليد اليمنى براحة اليد اليسرى والعكس بالعكس



افرك إبهام الكف الأيمن براحة اليد اليسرى بشكل دائرى ثم افرك إبهام الكف الأيسر براحة اليد اليمني



افرك ظهر أصابع اليد اليمنى براحة اليد اليسرى، وظهر أصابع اليد اليسرى براحة اليد اليمنى مع قبض الأصابع



خلل الأصابع وشبكهما مع فرك الراحتين



ها قد أصبحت يداك آمنتين



استخدم المنشفة لغلق الصنبور



جفف اليدين جيداً بمنشفة تستخدم لمرة واحدة فقط



اشطف يديك بالماء

لمزيد من المعلومات والاستفسار عن طريق وزارة الصحة والسكان المصرية :

اتصل على :

حمل تطبيق :

الخط الساخن 105 15335







صحة مصر Egypt Health

متواجد على جوجل بلاي وآب ستور





العناصر الانتقاليــة

الدرس الأول

الدرس الثاني

الدرس الثائث

الدرس الرابع

بدايـــــة اليـــــاب. من إلى

ما قبل الخصائص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى.

الخصائص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى. من

ما قبـل فلـز الحــديد. إلى

فلــــز الحـديــــد. من

إلى ما قبل خواص الحديـد.

> خواص الحديـــد. من

إلى نهاية البـــاب.



التحليــل الكيميـــائي

بدايـــة اليـــان. من الدرس الأول إلى

> من الدرس الثاني إلى

من الدرس الثالث

نهاية البياب إلى

الكشــف عن الكاتيونــــات.

ما قبل التحليل الكيميائي الكمي.



الاتــزان الكيميــائى

الدرس الأول

الدرس الثاني

الدرس الثالث

الدرس الرابع

بدايــــة البــــاب. من

الي ما قبل العوامل المؤثرة على اتزان التفاعلات الكيميائية.

العوامل المؤثرة على اتزان التفاعلات الكيميائية. من

ما قبل الاتزان الأيوني. إلى

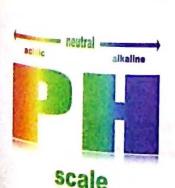
> الاتزان الأيوني. من

ما قبل التحلل المائي للأملاح. إلى

التحلل المائي للأملاح. من الى

نهاية البـــاب.





4 5

الكيميـــاء الكهربيـــــة

الدرس الأول

الدرس الثاني

الدرس الثالث

س بدايـــة البـــاب.

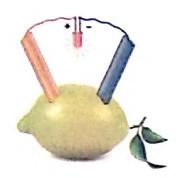
الكمربية. الخلايا الجلفانية وإنتاج الطاقة الكمربية.

ن الخلايا الجلفانية وإنتاج الطاقة الكهربية.

الى ما قبـــل الخلايــــا الإلكتـــرولــيتيـــــــة.

🤷 الخلايا الإلكتروليتيــة.

🖳 نهاية البياب.



الكيميـــاء العضــوية

الدرس الأول

الدرس الثــانــــي

الدرس الثــالــــث

الدرس البرابيي

الدرس الخامـــس

الدرس الســـادس

الدرس الســــابع

الدرس الثــــامــن

الدرس التـاســـع

الدرس العاشــــــر

الدرس الحادى عشر

الدرس الثانى عشر

له تنبل الاست

الألكانـــات. الميثـــــان.

الألكينات (الأوليفينات).

الألكاينات (الأسيتيلينات).

الهيدروكربونات الحلقية.

البنـزيـــن العطـــري.

مشتقات الهيدروكربـونات.

الإيثانـــول.

الفينــــولات.

الأحمــــاض الكربوكسيليـــة.

الإستــــرات.



الامتحان كيمياء - شرح / ٣ ث (٢ : ٢)

Key of Book



لمراجعة وتذكر ما سبق دراسته في الأعوام السابقة



······فكرة الحل····

لتوضيح الأفكار التي تبني عليها بعض الأسئلة



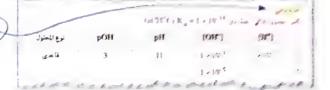
····سؤال<u>، ﴿</u> وجواب

للتأكيــد علــى بعــض المعلومــات • بعرضها في صورة أسئلة



اداء ذائح

للتأكد من فهمك واستيعابك لبعض أجزاء الدرس



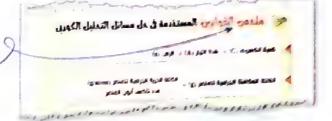
QR Code

لمشاهدة ڤيديوهات التجارب العلمية على المنهج من خلال استخدام تطبيق QR Code



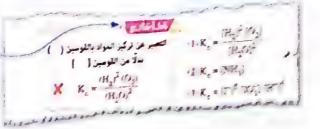
ملخص للقوانين

للتأكيد على فهمك وتوضيح العلاقة بين القوانين



أخطاء شائعة ...

لتوضيح بعض الملاحظا^ت التي تعد موضع خطأ شائع



العناصر الانتقاليـة

- من بدايــــة البــــاب.
- الله ما قبل الخصائص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى.
 - ون الخصائص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى.
 - الى ما قبــل فلــز الحــديد.
 - ەن فلــــز الحــديــــــد.
 - 🙌 ما قبل خواص الحديـد.
 - من خواص الحديـــد.
 - الباب. نهاية الباب.



الدرس الثاني

الدرس الثالث

الدرس الرابخ



ج آ ... تمهیدی الدرس اللول ۲

الجدول الدوري الحديث

- يتكون الجدول الدورى الحديث (الطويل) من :
- 18 مجموعة رأسية.

- 7 دورات أفقية.
- يقسم الجدول الدورى الحديث إلى

اربع فئات رئيسية، مي



• ترتب العناصر في الجدول الدورى الحديث تصاعديًا، حسب :

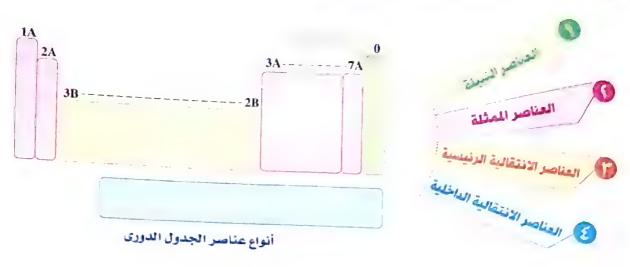
- أعدادها الذرية.
- طريقة ملء مستويات الطاقة الفرعية بالإلكترونات تبعًا لمبدأ البناء التصاعدى. بحيث يزيد كل عنصر عن العنصر الذي يسبقه في نفس الدورة بإلكترون واحد.

(18)IA *1s* (2) (16)(14)(15)الأولى HA الدورة الثانية (5) (9) (01)(11)(12)(3) (4) (6) الدورة IIIB VBVIB IVB الدورة الرابعة الخامسة الدورة

فنات الجدول الدورى الحديث

تبدأ كل دورة بمل مستوى طاقة رئيسى جديد بالإلكترونات، ويتتابع مل مستويات الطاقة الفرعبة التى يتكون منها مستوى الطاقة الرئيسى حتى نصل إلى العنصر الأخير (الغاز الخامل) في هذه الدورة والذي يكتمل فيه امتلاء جميع مستويات الطاقة بالإلكترونات.

◄ تصنف عناصر الجدول الدورى الحديث إلى أربعة أنواع، وهي :



أعداد الكم

للزم لتحديد طاقة الإلكترون في الذرة معرفة أعداد الكم الأربعة التي تصفه،

وهي :

- acc الكم الرئيسى (n) :
- ◄ يستخدم في تحديد رتبة مستويات الطاقة الرئيسية «عددها 7 في أثقل الذرات المعروفة وهي في الحالة المستقرة».
 - عدد الكم الثانوي (﴿) :
 - ◄ يستخدم في تحديد مستويات الطاقة الفرعية في كل مستوى طاقة رئيسي.
 - : (m_l) معدد الكم المغناطيسي (m_l) :
 - ◄ يستخدم في تحديد عدد اوربيتالات كل مستوى طاقة فرعى.
 - و لا يتسع أى أوربيتال لأكثر من -2e المناطقة عند المناطقة عند المناطقة عند المناطقة عند المناطقة عند المناطقة المناطقة

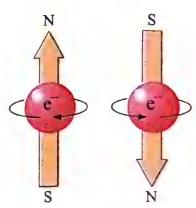
المستوى الفرعي	S	p	d	f
السعة الإلكترونية			10	

عدد الكم المغزلى (m¸) :

پستخدم فی تحدید نوعیة حرکة الإلکترون

حول محوره في الأوربيتال (الحركة المغزلية للإلكتُرُونَ) كالمحول محوره في الأوربيتال (الحركة المغزلية للإلكتُرُونَ) كالمحودة عان على المحادثة المحاد

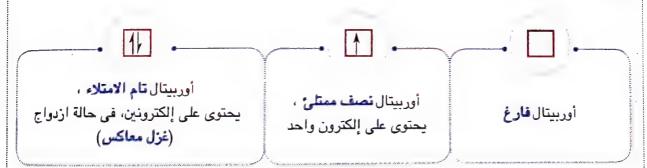
- مع اتجاه حركة عقارب الساعة (أ).
- ضد اتجاه حركة عقارب الساعة (↓).
- پنشا عن دوران (غزل) الإلكترون حول محوره
 فى اتجاه معين مجال مغناطيسى يتجاذب مع
 المجال المغناطيسى الخارجى،



الحركة المغزلية لإلكتروني الأوربيتال الواحد

وجد للأوربيتال الواحد ثلاثة احتمالات مختلفة

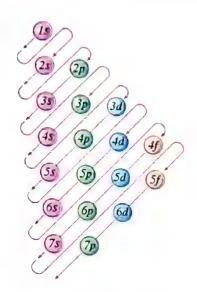
يوضحها الجدول التالي:



قواعد توزيع الإلكترونات

مبدأ البناء التصاعدي

☀ ينصمبدأ البناء التصاعدي على أنه لابد للإلكترونات أن تملأ مستويات الطاقة الفرعية ذات الطاقة المنخفضة أولًا،
 ثم المستويات الفرعية ذات الطاقة الأعلى.



طريقة مبسطة لملء مستويات الطاقة الفرعية وذلك تبمًا لاتجاء الأسهم

انزنب مستوبات الطاقة القرعية تصاعديًا

ببعًا للطاقة، كالتالي :

 $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s \dots$

وحيث أن ذرات الغازات الخاملة تتميز

باكتمال جميع مستويات الطاقة فيها

بالإلكترونات فإنه يمكن التعبير عن التوزيع الإلكتروني للعناصر تبعًا الأقرب غاز خامل يسبقها في الجدول الدوري الحديث.

◄ الجدول التالي يوضع الغازات الخاملة
 ومستوى الطاقة الفرعي ٤ الذي يلي

كل منها في كل دورة جديدة :

الغاز الخامل

المستوى الفرعي الذي يليه مباشرة

₂ He	10Ne	18 ^A r	₃₆ Kr	₅₄ Xe	86Rn
2 <i>s</i>	3s	48	5s	6s	7s

◄ الجدول التالى يوضع التوزيع الإلكتروني لبعض العناصر تبعًا له :

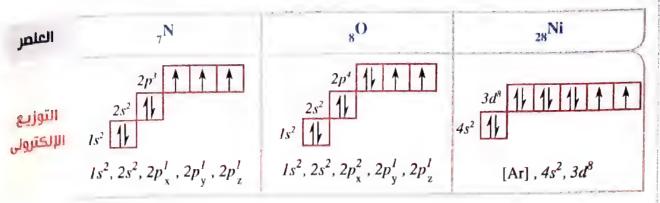


العنصر	التوزيع الإلكتروني تبغا لمبدأ البناء التصاعدي	التوزيع الإلكتروني تبغا لأقرب غاز خامل
الكلور ₁₇ Cl	$1s^{2}, 2s^{2}, 2p^{6}, 3s^{2}, 3p^{5}$ $10 e^{-}$	[Ne], $3s^2$, $3p^5$
الحديد Fe ₂₆ Fe	$1s^{2}, 2s^{2}, 2p^{6}, 3s^{2}, 3p^{6}, 4s^{2}, 3d^{6}$ $18e^{-}$	[Ar], $4s^2$, $3d^6$
الكادميوم <mark>48Cd</mark>	$1s^{2}, 2s^{2}, 2p^{6}, 3s^{2}, 3p^{6}, 4s^{2}, 3d^{10}, 4p^{6}, 5s^{2}, 4d^{10}$ $36 e^{-}$	[Kr], 5s ² , 4d ¹⁰
الباريوم ₅₆ Ba	$1s^{2}, 2s^{2}, 2p^{6}, 3s^{2}, 3p^{6}, 4s^{2}, 3d^{10}, 4p^{6}, 5s^{2}, 4d^{10}, 5p^{6}, 6s^{2}$ $-54 e^{-}$	[Xe], 6s ²

أ قاعدة هويد

◄ تنص قاعدة هوند على أنه لا يحدث ازدواج لإلكترونين في أوربيتال مستوى فرعى معين إلا بعد أن تشغل أوربيتالاته فرادي أولا.

◄ الجدول التالى يوضع التوزيع الإلكتروني لبعض العناصر تبعًا لقاعدة هوند :

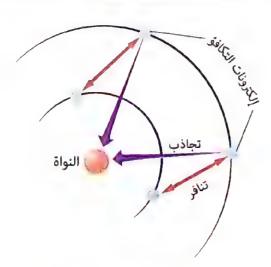


◄ تصبح الذرة أكثر استقرارًا، عندما تكون أوربيتالات المستويات الفرعية الخارجية لها في إحدى الحالات الآتية :

تامة الدمتلاء	<u>نصف ممتلئة</u>	<u>()</u> فارغة تمامًا
p6 11 11 11	p^3	p^0
d10 11 11 11 11	d^5	d^0

مفهوم شحنة النواة الفعالة (Z-effect)

لا تتأثر إلكترونات التكافؤ في أي ذرة بشحنة النواة كاملة (شحنة بروتونات النواة)، حيث تحجب الإلكترونات الداخلية بالمدارات المكتملة جزء من تلك الشحنة عن إلكترونات التكافؤ، وتسمى الشحنة الفعلية التي يتأثر بها أي إلكترون بشحنة النواة الفعالة Z-effect



قوی التجاذب و التناظر التی تتأثر بها إلکترونات التکافؤ

جهد التأين (طاقة التأين)

إذا اكسسبت الدرة وهي في حالتها الغازية - مقدارًا محدودًا من الطاقة، فإن الإلكترونات تثار وتنتقل إلى مستويات طافة أعلى، أما إذا كان مقدار الطاقة المكتسبة كبير، فإن أضعف الإلكترونات ارتباطًا بالنواة يتحرر، وتصبح الذرة أبونًا موجبًا ويسمى الحد الأدنى من هذه الطاقة بجهد التأين.

﴾ ويكون لذرة العنصر الواحد أكثر من جهد تاين، فمثلًا هناك :

جهد التأين و الثالث و الثالث	جهد الثاين . الثانى .	جهد التأين .
يؤدى إلى تكوين أيون يحمل	يؤدى إلى تكوين أيون يحمل	يؤدى إلى تكوين أيون يحمل
دلاث شحنات موجبة	شعنتين موجبتين	شعنة واعدة موجية
$M_{(g)}^{2+}$ + Energy $\longrightarrow M_{(g)}^{3-}$ + e^- , $\Delta H = (+)$	$M_{(g)}^{*} + \text{Energy} \longrightarrow M_{(g)}^{2+} + e^{-}, \Delta H = (+)$	$M_{(g)}$ + Energy $\longrightarrow M_{(g)}$ + e , $\Delta H = (+)$
جهد التأين ا <mark>لثالث</mark>	< جهد التأين ا <mark>لثاني</mark> <	جهد التأين الأول

أعداد التأكسد

يمثل عدد تأكسد العنصر الشحنة الكهربية (الموجبة أو السالبة) التي تبدو على الأيون أو الذرة في المركب.
 ◄ تتميز العناصر الانتقالية بتعدد حالات تأكسدها، وتحسب بدلالة أعداد التأكسد المعروفة لباقي العناصر في المركب.

م تطبيق إ تعدد حالات تأكسد المنجنيز

	$_{25}$ Mn:[Ar], $4s$	$^{2},3d^{5}$	acom o o
	1	1 1 1 1 1	
حالة التأكسد	ڪتروني	التوزيـع الإل	الأم
		4: 3d	
+2	$Mn^{2+}: [Ar], 4s^0, 3d^5$	11111	MnO
+3	$Mn^{3+}: [Ar], 4s^0, 3d^4$	1111	Mn ₂ O ₃
+4	$Mn^{4+}: [Ar], 4s^0, 3d^3$	111	MnO ₂
+6	$Mn^{6+}: [Ar], 4s^{6}, 3d^{1}$		K ₂ MnO ₄
+7	$Mn^{7+}: Ar , 4s^0, 3d^0$		KMnO ₄

مفهوم عمليتي الأكسدة و الدختزال



تحدث له



تحدث له

عمليــة اختــزال

(e وهي عملية اكتساب إلكترونات، ينتج عنها نقص في الشحنة الموجبة

9 9 1



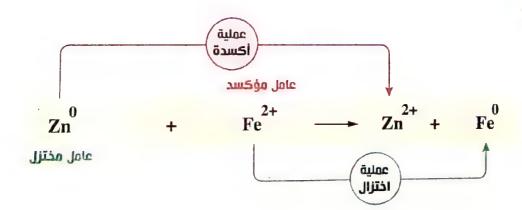
عمليــة اكســدة

وهى عملية فقد إلكترونات، ينتج عنها زيادة في الشحنة الموجبة

التقمل عد الثاقس يملي حدوث اخترال

زيادة عدد الناكسد بعلى حدوث أكسدة

عمليتي الأكسدة والاختزال يتبعهما تغيرفي أعداد التأكسد







• وسوف نتناول في هذا العام دراسة -

العناصر الانتقالية

التي تشغل المنطقة الوسطى من الجدول بين عناصر الفئتين (P) ، (C)

العناصر الانتقالية

عدد العناصر الانتقالية أكثر من 60 عنصرًا، أي أكثر من نصف عدد العناصر المعروفة. تنقسم العناصر الانتقالية إلى قسمين رئيسيين، هما: • العناصر الانتقالية الرئيسية. • العناصر الانتقالية الداخلية. IA العناصر الانتفالية الرئسية ILA IIIA IVA VA VLAVILA (4) (5) I fy I (8) (9) (10) (11) (12) VIII IIIB IVB VIB VIIB **VB** IB 24 25 27 Ti Sc Cr Mn Co Ni Cu Zn 45 Mo Zr Nb Tc Rh Pd Ag Cd 75 57 73 74 80 La Ta W Hf Re Os Ir Pt Au Hg 89 104 105 106 . 107 108 109 110 111 112 Sg Bh Hs Mt Ds Rg Uub 60 61 66 67 العناصر الانتقالية الناخلية Ce Рг Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu 90 91 99 100 101 103 Th Pa Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md

موقع العثاصر الانتقالية في الجدول الدوري

◄ وسوف نكتفى بدراسة العناصر الانتقالية الرئيسية.

العناصر الانتقالية الرئيسية «عناصر الفئة (d)»

تتكون الفئة (d) من 10 أعمدة رأسية، لأنه يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعى (d) الذي يتكون من 5 أوربيتالات تتسع لعشرة إلكترونات.

◄ تُميز أرقام مجموعاتها بالحرف B «باستثناء المجموعة الثامنة VIII التي تتكون من 3 أعمدة رأسية وهي المجموعات (8) ، (9) ، (10)».

								•		_	
رقم	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
المجموعة	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII	VIII	VIII	IB	IIB	
التوزيع الإلكتروني لعناصرها	ns^2 , $(n-I)d^I$	ns^2 , $(n-1)d^2$	ns^2 , $(n-1)d^3$	ns^{I} , $(n-I)d^{5}$	ns^2 , $(n-I)d^5$	ns^2 , $(n-1)d^6$	ns^2 , $(n-1)d^7$	ns^2 , $(n-I)d^8$	ns^I , $(n-I)d^{IO}$	ns^2 , $(n-I)d^{IO}$	

· تختلف المجموعة الثامنة VIII عن باقى مجموعات الجدول الدورى الحديث،

لأن التشابه بين عناصرها الأفقية يكون أكثر من التشابه بين عناصرها الرأسية.

• تُقسم العناصر الانتقالية الرئيسية إلى أربع سلاسل أفقية − تتضمن كل سلسلة منها 10 عناصر − وهي :

		_		**	_	ء ک				
	шв	IVB	VB	VIB	VIIB		_ VIII _		IB	IIB
السلسلة الالتقالية الأولى	$\begin{bmatrix} \mathbf{Se} \\ \mathbf{3d}^{1} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \text{Ti} \\ 3d^2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \mathbf{V} \\ 3d^3 \end{bmatrix}$	Cr 3 d 5	Mn 3d ⁵	Fe 3d ⁶	$\frac{\text{Co}}{3d^7}$	Ni 3d ⁸	Cu 3d 10	Zn 3d 10
السلسلة الانتقالية الثانية	$\begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ 4d^{1} \end{bmatrix}$	Zr $4d^2$	Nb 4d³	Mo 4 d 5	Tc 4d5	Ru 4d6	$ \begin{array}{ c c } \hline Rh \\ 4d^7 \end{array} $	Pd 4d8	Ag 4d 10	Cd 4d 10
السلسلة الائتقالية الثالثة	La 5d1	Hf 5d ²	Ta 5 d 3	W 5d ⁵	Re 5d ⁵	Os 5d°	Ir 5d ⁷	Pt 5d8	Au 5d 10	Hg 5d 10
السلسلة الانتقالية الرابعة	Ac 6d1	Rf 6d ²	Db 6d3	Sg 6d ⁵	Bh 6d ⁵	Hs 6 d 6	Mt 6d7	Ds 6d8	Rg 6d10	Uub 6d 10
) 1000(1 1000(1 1000(1 1000(1)		

السلاسل الأفقية للعناصر الانتقالية الرئيسية

السلسلة الانتقالية الأولى :

- * يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعى 3d
 - * تقع في الدورة الرابعة.
- $(...,4s^2,3d^{l0})$ وتنتهى بعنصر الخارصين $(...,4s^2,3d^l)$ وتنتهى بعنصر الخارصين $(...,4s^2,3d^{l0})$

السلسلة الالتقالية الثانية :

- * ينتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي 4d
 - * تقع في الدورة الخامسة.
- $\cdot (..., 5s^2, 4d^{10})$ وتنتهى بعنصر الكادميوم 48 Cd وتنتهى بعنصر الكادميوم وتنتهى بعنصر الكادميوم 48 Cd وتنتهى بعنصر الكادميوم

ा वर्गामा वर्गावरमा वर्गाता र

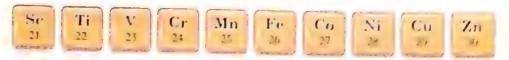
- ه متماسم فيها امملاء المستوى القرعي 51
 - ه يفع في البورة البير . . .

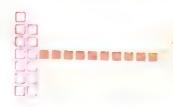
ر قصابا قيالفتننا قنسنسنا ﴿

- « ينتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي Od
 - ه نفع في الدورة السابعة.

السلسلة الانتقالية الأولى

» تشعل هذه السلسلة (ال عناصر ، هم





موقع السلسلة الانتقالية الأولى في الجدول الدوري

◄ الجدول التالي يوضع النسب المثوية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى في القشرة الأرضية :

العنصر الانتقال	Sc 21Sc	الساموء 22 Ti	القاسبوم 23 V	انگروم 24 C r	25Mn	العديد ₂₆ Fe	الگوبات	Ni Ni	المار (المار)	,Zn
النسبة الوزنية في القشرة الأرضية	0.0005%	0.6%	0.02%	0.04%	0.1%	5.1%	0.002%	0.008%	9.907%	00013

الذهمية الاقتصادية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

الأرضية، المسلسلة الانتقالية الأولى - مجتمعة - تشكل أقل من 7% من وزن القشرة الأرضية، الأرضية، الأرضية، إلا أن أهميتها الاقتصادية كبيرة،

، وفيما يلى خصائص واســـتخدامات عناصر السلسلة الانتقالية الأولى :

السكانديوم (Scandium (جاء السكانديوم (Scandium (

خصائصه

وسع يوجد بكميات صغيرة جدًا موزعة على نطاق واسع من القشرة الأرضية.

استخداماته

- يضاف السكانديوم إلى مصابيح أبخرة الزئبق، المستخدمة في التصوير التليفزيوني الليلي، وذلك لإنتاج ضوء عالى الكفاءة، يشبه ضوء الشمس.
- ستخدم السكانديوم فى صناعة طائرات الميج المقاتلة،
 الأن عند إضافة نسبة ضئيلة منه إلى الألومنيوم تتكون
 سبيكة تتميز بخفتها وشدة صلابتها.



يضاء معبد الأقصر ليلا بمصابيح أبخرة الزنبق

Titanium (₂₂Ti) عنصر التيتانيوم

خصائصه

شدید الصلابة كالحدید الصلب ولكنه أقل منه كثافة.
 پحافظ على قوته ومتانته فى درجات الحرارة العالية.

استخداماته

- يستخدم التيتانيوم في عمليات زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية، لأنه صلب والجسم لا يلفظه ولا يسبب أي نوع من التسمم.
- تستخدم سبائك التيتانيوم مع الألومنيوم في صناعة الطائرات والمركبات الفضائية، لأنه يحافظ على متانته في درجات الحرارة المرتفعة، في الوقت الذي تنخفض فيه متانة الألومنيوم في حال استخدامه بمفرده.

اهم مرکباته

ئاني أكسيد التيتانيزم (TlO₂)

الذى يدخل فى تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس، لأن دقائقه النانوية تمنع وصول الأشعة فوق البنفسجية (UV) للجلد.



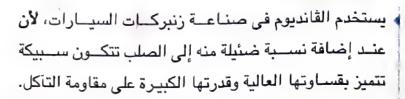
يستخدم التبنانيوم في عمليات زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية



تمنع مستحضرات الحماية من أشعة الشمس وصول الأشعة هوق البنفسجية للجك

Vamaelium (,, V) عنصر الشانيوم

استخداماته



اهم مرکباته

خامس أكسيد القانديوم (${
m V}_2{
m O}_5$) الذي يستخدم ك :

- مبغ في صناعة السيراميك والزجاج.
- وعامل حفاز في صناعة المغناطيسات فائقة التوصيل.
- و عامل حفار في تحضير حمض الكبريتيك بطريقة التلامس.



تستخدم سبيكة الصلب مع الثانديوم في صناعة زنبركات السيارات

الكروم (۲۵) (Chromium الكروم (۲۵)

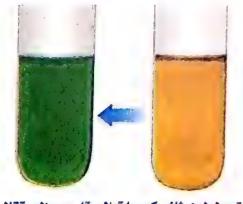
خصائصه

▶ يقاوم الكروم فعل العوامل الجوية (عوامل الصدأ والتأكل) رغم أنه على درجة عالية من النشاط الكيميائي، لتكون طبقة غير مسامية من الأكسيد على سطحه تمنع استمرار تفاعله مع أكسچين الهواء الجوى، حيث أن حجم جزيئات الأكسيد يكون أكبر من حجم ذرات العنصر نفسه.

استخداماته

يستخدم الكروم في طلاء المعادن و دباغة الجلود.

اهم مرکباته 🗕



كرومات البوتاسيوم البرتقالى	يتحول لون ثائي
ر عبّد أكسدة الكحول الإيثيلي	إلى اللون الأخض

الاســــتـخـدام	المركب
يستخدم في عمل الأصباغ	(III) أكسيد الكروم (Cr ₂ O ₃)
يستخدم كمادة مؤكسدة	ثانى كرومات البوتاسيوم (K ₂ Cr ₂ O ₇)

خصائصه

 عنصر شدید الهشاشة وهو فی حالته النقیة، لذا یستخدم دائمًا في صورة سبائك أو مركبات،

استخداماته

- تستخدم سبائك الحديد مع المنجنيز في صناعة خطوط السكك الحديدية، لأنها أصلب من الصلب.
- تستخدم سبائك الألومنيوم مع المنجنيز في صناعة عبوات المشروبات الغازية، لمقاومتها للتآكل.

الاستخدام



تستخدم سيانك الحديد مع ال في صناعة خطوط السكك الحديدية

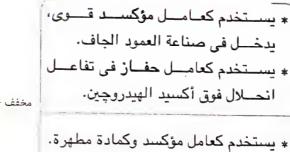
اهم مركباته

المركسب

يدخــل في صناعة العمود الجاف. ثانى أكسيد المنجنيز * يستخدم كعاميل حفاز في تفاعيل (MnO_2) انحالال فوق أكسيد الهيدروچين.

> برمنجنات البوتاسيوم (KMnO₄)

كبريتات المنجنيز (II) (MnSO₄)



محلول برمنجنات البوتاسيوم البنفسجي

ron (₂₆Fe) عنصر الحديد

استخداماته

- بستخدم الحديد في صناعة :
 - الخرسانات المسلحة.
 - مواسير البنادق والمدافع.
 - السكاكن.
- المغناطيسات.

• أبراج الكهرباء.

• الأدوات الجراحية.

* يستخدم كمبيد للفطريات.

- 🚺 يستخدم الحديد كعامل حفاز في :
- صناعة فاز النشادر بطريقة (هابر بوش).
- تحويلُ الْغَازُ المائي إلى وقود سائل (بترول مخلق) بطريقة (فيشر - تروبش).



تصنع أبراج الكهرباء من الحديد

الغاز المائس هو خليط من غازى الهيدروچين و أول أكسيد الكربون.

الغويلت (Cobalt (پرCo

خصائصه

يتشابه الكوبلت مع الحديد في الخواص المغناطيسية، لأن كلاهما قابل للتمغنط.

استخداماته

- يستخدم الكوبلت في صناعة :
 - و المغناطيسات.
- البطاريات الجافة في السيارات الحديثة.



مغناطیسات مصنوعة من عنصری الكوبلت Co و السامریوم Sm

اهم نظائره

- عنصر الكوبلت له 12 نظير مشع، أهمهم الكوبلت 60 المشع الذي يصدر أشعة جاما التي تمتاز بقدرتها العالية على النفاذ لذا يستخدم في:
 - عمليات حفظ المواد الغذائية.
 - التأكد من جودة المنتجات (كالكشف عن مواقع الشقوق ولحام الوصلات).
 - الكشف عن الأورام الخبيثة وعلاجها.

Nickel (₂₈Ni) عنصر النيكل

خصائصه

- له مظهر لامع.
- . تتميز سبائك النيكل مع الصلب بالصلابة ومقاومة الصدأ و الأحماض.

استخداماته

- يستخدم النيكل في صناعة بطاريات النيكل كادميوم القابلة لإعادة الشحن.
- ستخدم النيكل في طلاء المعادن، لحمايتها من الأكسدة والتآكل مع إكسابها شكلًا أفضل.
- م يستخدم النيكل المجزأ كعامل حفاز في عمليات هدرجة الزيوت.
- تستخدم سبائك النيكل والكروم فى صناعة ملفات التسخين والأفران الكهربية، لأنها تقاوم التآكل حتى وهى مسخنة لدرجة الاحمرار.



تستخدم سبائك النيكل والكروم في صناعة ملفات التسخين

(Copper (حرفت النظاس (Cu) منصد النظاس

- ▶ يعتبر النحاس تاريخيًا أول فلز عرفه الإنسان.
- تعرف سبيكة النحاس مع القصدير باسم البرونز.

استخداماته

- مستخدم النحاس في صناعة الكابلات الكهربية، لأنه موصل جيد للكهرباء.
- ✓ يستخدم النحاس في صناعة سبائك العملات المعدنية.

اهم مركباته

الاستخدام المركي

- كبرينات النماس (١١) * يستخدم كمبيد حشرى.
- * يستخدم كمبيد للفطريات في عمليات تنقية مياه الشرب. $(CuSO_4)$

* يستخدم في الكشف عن سكر الجلوكوز،

سكر الجلوكوز إلى اللون البرتقالي.

حيث يتحول لون المحلول الأزرق بواسطة

محلول فهلنج





تصنع ميدالية المركز الثالث

في الأوليمبياد من سبيكة البرونز

يتحول لون محلول فهلنج الأزرق إلى اللون البرتقالي عند إضافة محلول سكر الجلوكوز إليه

عنصر الخارصين (Zinc (anZn

استخداماته

 ◄ تتركز معظم استخدامات الخارصين في تغطبة أسطح الفلزات بطبقة من الخارصين، لحمايتها من الصدأ فيما يعرف بالجلفنة.

آهم مركباته

(ZnO)

كبريتيد الخارصين

(ZnS)

الاستخدام المركييي

- * يستخدم في صناعة : أكسيد الخارصين • الدهانات.
- مستحضرات التجميل.
 - * يستخدم في صناعة :
- الطلائات المضيئة.
- المطاط،
- شاشات الأشعة السينية.



رُشاش المياه مصنوع من الحديد المجلفن



كتابات بالطلائات المضيئة

التركيب الإلكتروني لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

• تقع عناصر السلسلة الانتقالية الأولى في الدورة الرابعة بعد عنصر الكالسيوم 20^{Ca} بيتتابع فيها امتلاء الأوربيتالات الخمسة للمستوى الفرعي 3d بالإلكترونات – فرادى أولًا – حتى نصل إلى عنصر المنجنيز (3d⁵) ثم يتوالى بعد ذلك ازدواج إلكترونين في كل أوربيتال – تبعًا لقاعدة هوند – حتى نصل إلى عنصر الخارصين (3d¹⁰).

التوزيع الإلكتروني لعنصر الكالسيوم : 20Ca : [Ar], 4s²

التوزيع الإلكتروني تبعًا لـ

	ماطان	مبدأ البناء التصاعدي	قاعدة هوند
		_	4s 3d
21Sc	السكانديوم	$[Ar], 4s^2, 3d^1$	11 1
₂₂ Ti	التيتانيوم	$[Ar], 4s^2, 3d^2$	11
23V	الڤانديوم	[Ar], $4s^2$, $3d^3$	11
₂₄ Cr	الكروم	$[Ar], 4s^1, 3d^5$	↑ ↑ ↑ ↑ ↑
₂₅ Mn	المنجنيز	$[Ar], 4s^2, 3d^5$	11 11 1
₂₆ Fe	الحديد	$[Ar], 4s^2, 3d^6$	11 11 1 1 1
₂₇ Co	الكوبلت	$[Ar], 4s^2, 3d^7$	11 11 1 1 1 1
₂₈ Ni	النيكل	$[Ar], 4s^2, 3d^8$	11 11 11 1 1
₂₉ Cu	النحاس	$[Ar], 4s^{I}, 3d^{I0}$	11111111
ك) ₃₀ Zn ك	الخارصين (الزن	$[Ar], 4s^2, 3d^{10}$	11 11 11 11 11 11

ويلاحظ من الجدول السابق <mark>شذوذ التركيب الإلكترون</mark>ي لكل من :

عنصر النحاس ₂₉ Cu		عنصر الكروم ₂₄ Cr
رازًا (أقل طاقة) الفرعى <i>3d</i>	ا ون أكثر استقر ون المستوى	
تام الامتلاء	ai	نصف ممتلئ
3d10 11 11 11 11 11		$3d^5$ \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow

• تطبيقات

[26Fe]

▶ يسهل أكسدة أيون الحديد (II) إلى أيون الحديد (III).

Fe: [Ar],
$$4s^2$$
, $3d^6 \xrightarrow{-2e^-}$ Fe²⁺: [Ar], $3d^6 \xrightarrow{-e^-}$ Fe³⁺: [Ar], $3d^5$

لأن أيون Fe^{3+} أكثر استقرارًا من أيون Fe^{2+} ، حيث يكون المستوى الفرعى 3d فيه نصف ممتلئ وتسهل الأكسدة لأن التفاعل يسير في اتجاه تكوين المركب الأكثر ثباتًا.

• يصعب أكسدة أيون المنجنيز (II) إلى أيون المنجنيز (III).

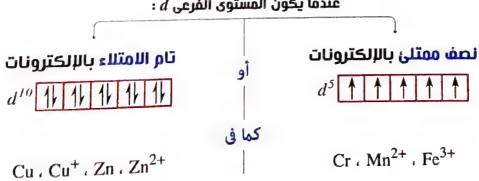
 $_{25}$ Mn: [Ar], $4s^2$, $3d^5 \xrightarrow{-2e^-}$ Mn²⁺: [Ar], $3d^5 \xrightarrow{-e^-}$ Mn³⁺: [Ar], $3d^4$

3d ⁵	1	1	1	^	1	$3d^4$	1	1	1	1	
						_	_				

لأن أيـون Mn^{2+} أكثر استقرارًا من أيـون Mn^{3+} ، حيث يكون المستوى الفرعــى 3d فيه نصف ممتلئ وتصعب الأكسدة لأن التفاعل يسير في اتجاه تكوين المركب الأكثر ثباتًا.

ويلاحظ بشكل عام أن :

ذرة أو أيون العنصر الانتقالي يكونان أكثر استقرارًا عندما يكون المستوى الفرعي d :



الا أن الامتلاء النصفى أو الكامل للمستوى الفرعي d النصفى أو الكامل للمستوى الفرعي للمتلاء ليس هو العامل الوحيد لثبات التركيب الإلكتروني للعنصر في مركباته

حالدت تأكسد عناصر السلسلة الانتقالية الأولى

, من المعروف أن المستويين الفرعيين 3d . 4s متقاربين في الطاقة، لذا فإله عند حدوث تأين في ذرات عناصر السلسلة الانتقالية الأولى تخرج الإلكترونات من المستوى الفرعي 4s (الأبعد عن النواة) أولًا ثم يتتابع خروج إلكترونات المستوى الفرعي 3d لتعطي حالات التاكسد التي يوضعها الجدول التالي :

		• •,		JE 0-		3			
(mm)	N.III	TVID	(VIIII)	(Time)		17.1111		(III)	THE PARTY OF
21Sc	₂₂ Ti	23V	24Сг	₂₅ Mn	₂₆ Fe	₂₇ Co	28Ni	₂₉ Cu	$_{30}$ Zn
								+1	
	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3			
	+4	+4		+4					1
		+5						•	1.
			+6	+6					
				+7					

حالات تأكسد عناصر السلسلة الانتقالية الأولى «حالات التأكسد المحاطة بدائرة هي الشائعة» وللإطلاع فقط،

ويتضح من الجدول السابق أن :

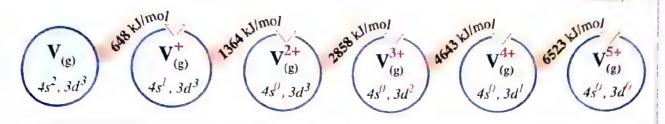
- جميع عناصر السلسلة الانتقالية الأولى تعطى حالة التأكسد (2+)، عند فقد إلكترونى المستوى الفرعى 45، عدا السكانديوم Sc الذي له حالة تأكسد وحيدة هي (3+).
- حالات التأكسد تزداد من عنصر السكانديوم *Sc3+ حتى تصل إلى اقصى قيمة (7+) في عنصر المنجنيز الذي يقع في المجموعة 7B، ثم يبدأ التفاقص حتى تصل إلى حالة التأكسد (2+) في عنصر الخارصين، الذي يقع في المجموعة 2B
 - أعلى عدد تأكسد لأي عنصر لا يتعدى رقم مجموعته «باستثناء عناصر المجموعة BI»، وهي :
 - النحاس (من السلسلة الانتقالية الأولى).
 - الفضــة (من السلسلة الانتقالية الثانية).
 - الذهب (من السلسلة الانتقالية الثالثة).
 - معظم العناصر الانتقالية تتميز بتعدد حالات تأكسدها، لتتابع خروج الإلكترونات من المستويين الفرعيين (n 1)d، (n)s المتقاربين في الطاقة.

ملحوظة

الفلزات الممثلة يكون لها غالبًا حالة تأكسد واحدة فقط على عكس العناصر الانتقالية

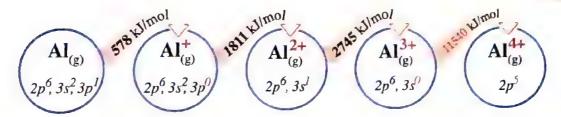
◄ ترداد طاقات التأين لذرة العنصر الانتقالي (من السلسلة الأولى) بالتدريج في حالات التأكسد المتتالية،
 لنتابع خروج الإلكترونات من مستويين الطاقة (4s) ، (3d) المتقاربين في الطاقة مما يؤدي إلى زيادة شدنة النواة الفعالة وبالتالي زيادة قوة جذب النواة لإلكترونات التكافؤ فتزداد طاقة التأين.

تطبيق بجهود تأين الڤانديوم (فلز انتقالي) مقدرة بوحدة kJ/mol في حالات التأكسد المتتالية :



• في الفلزات المعثلة مثل الصوديوم والماغنسيوم والألومنيوم نجد أن الزيادة في جهد التأين الثاني للصوديوم والثالث للماغنسيوم والرابع للألومنيوم كبيرة جدًا، حيث يتسبب ذلك في كسر مستوى طاقة مكتمل بالإلكترونات وهو ما يحتاج إلى قدر كبير من الطاقة.

• تطبيق ؛ جهود تأين الألومنيوم (فلز ممثل) مقدرة بوحدة kJ/mol :



فسير

(١) لا يكون عنصر السكانديوم مركبات يكون عدد تأكسده فيها (4+).

 $_{21}$ Sc: [Ar], $4s^2$, $3d^1$

لأن ذلك سوف يتسبب في كسر مستوى الطاقة الفرعي 3p المكتمل بالإلكترونات.

(۲) يصعب الحصول على أيونات +Al⁴⁺, Mg³⁺, Na²⁺ في التفاعلات الكيميائية العادية. لأن الزيادة في كل من جهد التأين الثاني للصوديوم والثالث للماغنسيوم والرابع للألومنيوم تكون كبيرة جدًا نتيجة كسر مستوى طاقة مكتمل بالإلكترونات وهو ما يحتاج إلى قدر كبير من الطاقة.

• مما سبق يمكن تعريف العنصر الذي تكون فيه أوربيتالات الستويات الفرعية (d) أو (f) مشغولة بالإلكترونات،
 لكنها غير تامة الامتلاء، سواء في الحالة الذرية أو أي حالة من حالات التأكسد بالعنصر الانتقال.

فسير

(١) تعتبر فلزات العملة : النحاس (₄₇Ag) ، الفضة (₄₇Ag) ، الذهب (₇₉Au) من العناصر الانتقالية.

29Cu: [Ar], 4s1, 3d10 -2e Cu2+: [Ar], 3d9

 $_{47}$ Ag: [Kr], $5s^1$, $4d^{10} \xrightarrow{-2e^-}$ Ag²⁺: [Kr], $4d^9$

 $_{79}$ Au: [Xe], $6s^{1}$, $4f^{14}$, $5d^{10} \xrightarrow{-3e^{-}}$ Au³⁺: [Xe], $4f^{14}$, $5d^{8}$

لأنها فى حالتى التأكسيد (2+3, 2+4) يكون المستوى الفرعي (d) لكل منهم مشعول بالإلكترونات ولكنه غير تام الامتلاء.

ر (٢) لا تعتبر فلزات : الخارصين (30Zn) ، الكادميوم (48Cd) ، الزئبق (80Hg) من العناصر الانتقالية.

 $_{30}$ Zn: [Ar], $4s^2$, $3d^{10} \xrightarrow{-2e^-}$ Zn²⁺: [Ar], $3d^{10}$

 $_{48}$ Cd: [Kr], $5s^2$, $4d^{10} \xrightarrow{-2e^-}$ Cd²⁺: [Kr], $4d^{10}$

 $_{80}$ Hg: [Xe], $6s^2$, $4f^{14}$, $5d^{10} \xrightarrow{-2e^-}$ Hg²⁺: [Xe], $4f^{14}$, $5d^{10}$

لأن المستوى الفرعى (d) لذرة كل منهم يكون تام الامتلاء سواء فى الحالة الذرية أو فى حالة التأكسد الوحيدة (2+).

الآن يمكنك مشاهدة

فيديوهات التجارب التعليمية الخاصة بالمنهج



عن طريــق المسح الضوئى للكود المسح الضوئى للكود الموجود بكل در س

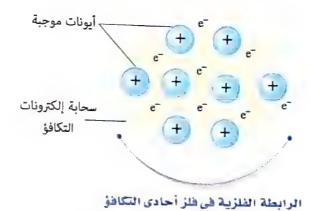
بواسطة استخدام تطبيق QR code



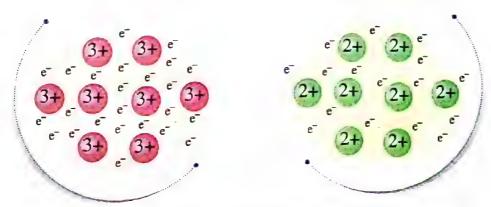
رُج مسيدي الدرس الثاني ر

الرابطة الفلرية

لكل فلز شبكة بللورية تترتب فيها أيونات الفلز الموجبة بشكل معين، أما الكترونات مستوى الطاقة الخارجي والتي تعرف بالكترونات التكافؤ، فتكون سحابة الكترونية تربط هذا التجمع الكبير من أيونات الفلز الموجبة، فيما يعرف بالرابطة الفلزية



يلعب عدد الكترونات التكافؤ في ذرة الفلز دورًا هامًا في قوة الرابطة الفلزية، فكلما ازداد عدد الكترونات التكافؤ في ذرة الفلز، كلما ازدادت قوة الرابطة الفلزية وبالتالي تصبح الذرات أكثر تماسكا في البللورة فيكون الفلز اكثر صلابة وتكون درجة الصهارة مرتفعة



التفاعلات الطاردة و التفاعلات الماصة للحرارة

تَصنف التَفاعلات الكيميائية تَبِعُا للتَغيرات الحرارية المصاحبة لها، إلى :

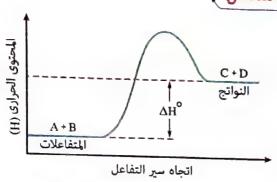
تفاعلات ماصلة للحرارة

تفاعلات طلاردة للحرارة

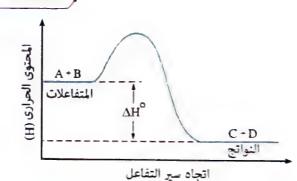
تفاعلات یلزم لحدوثها امتصاص طاقة حراریة
$$A + B \longrightarrow C + D$$
 $\Delta H^{\circ} = (+)$

تفاعلات ينتج عنها الطلاق طاقة حرارية
$$A + B \longrightarrow C + D \qquad \Delta H^{\circ} = (-)$$

المخطط العام للتفاعل



مخطط الطاقة للتفاعلات الماصة للحرارة



مخطط الطاقة للتفاعلات الطاردة للحرارة

قيمة ΔH° للتفاعلات الماصة للحرارة تكون بإشارة موجبة

 $\Delta H^{\circ} > 0$

قيمة $^{\circ} \Delta H^{\circ}$ للتفاعلات الطاردة للحرارة تكون بإشارة سالبة $\Delta H^{\circ} < 0$

الكتلة الذربة للعنصر

◄ تحسب الكتلة الذرية العنصر بمعلومية الكتل الذرية النسبية لنظائره ونسبة وجود كل منها في الطبيعة.

• تطبيق إحساب الكتلة الذرية لعنصر النيكل ₂₈Ni

الجدول التالى يوضح الكتل الذرية النسبية للنظائر الخمسة للنيكل ونسبة وجود كل منها:

64Ni 28Ni	62 28Ni 61 28Ni		60 28 Ni	58Ni 28 ^N i	النظـــر
63.927968	61.928346	60.931058	59.930788	57.935346	الكتلة الذرية النسبية (u)
0.91%	3.59%	1.13%	26.1%	68.27%	نسنو وخوده

$$\left(60.931058 \times \frac{1.13}{100}\right) + \left(59.930788 \times \frac{26.1}{100}\right) + \left(57.935346 \times \frac{68.27}{100}\right) = الكتة الذرية للنيكل = \left(63.927968 \times \frac{0.91}{100}\right) + \left(61.928346 \times \frac{3.59}{100}\right) +$$

الاملحان كيمياء - شرح / ٣ ث (٥ : ٥)

الدرس الثائب

- الخصائص العامية لعيناصر السنسلة الانتقالية الأولى
 - ما مبل فلز الحديد 4

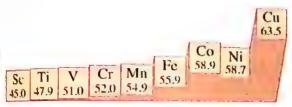
Ů0

الخصائص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى



خاصية الكتلة الذرية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

 ◄ الكتابة الذرية لعنامير السلسلة الانتقالية الأولى تدريجيًا بإيادة العدد الذرى، ومشد عن ذلك عنصر النيكل، لوجود خمسة نظائر مستقرة للنيكل، المتوسط الحسابي لكتلها الذرية 58.7 u



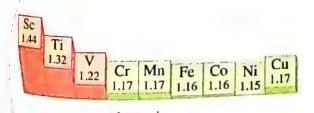
الكتل الذربة لعناصر السلسلة الانتقالية الأرلى مقدرة بوحدة الكتل الذرية ال (القيم للاطلاع فقط)

خاصية نصف القطر الذري لعناصر السلسلة الانتقالية الأوليي

يلاحظ من الشكل المقابل ما يلي :

- التناقص في الحجم الذري لعناصر السلسلة المراسلة الانتقالية الأولى لا يكون كبيرًا.
- الثبات النسبى لأنصباف الأقطار الذريية من الكروم Cr إلى النحاس Cu
 - پرجع ذلك إلى عاملين متعاكسين، هما :

زيادة كل من شحنة النواة الفعالة والعدد الكلى للإلكترونات - بزيادة العدد الذرى لهذه العناصر - يعمل على زيادة قوى الأول جذب النواة للإلكترونات مما يؤدى إلى نقص نصف القطر الذري.



أنصاف أقطار ذرات عناصر السلسلة الانتقالية الأولى مقدرة بوحدة الأنجستروم A القيم للاطلاع فقط)

> ريادة عدد إلكترونات المستوى الفرعي 3d، يزيد من قوى العامل الثاني التنافر بينها، مما يؤدى إلى زيادة نصف القطر الذرى.



فسير: استخدام عناصر السلسلة الانتقالية الأولى في إنتاج السبائك.

بسبب الثبات النسبى لأنصاف أقطار ذرات هذه العناصر.

الخاصية الفازية لعثاصر السلسلة الانتقالية الأولى

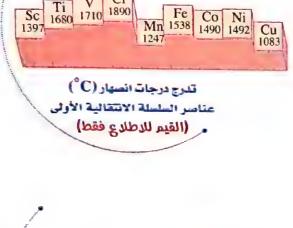
- » تظهر الخاصية الفارية بوضوح بين عناصر هذه السلسلة، ويتضع ذلك فيما يلى :
- جميعها فلزات صلبة تمتاز بالبريق و اللمعان وجودة التوصيل للحرارة و الكهرباء،

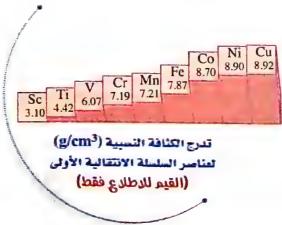
ارتفاع درجتی انصهارها وغلیانها:

التميز عناصر السلسلة الانتقالية الأولى بارتفاع درجتى انصهارها وغليانها، وذلك لقوة الرابطة الفلزية في هذه العناصر، والتي ترجع لزيادة عدد الإلكترونات المكونة لها نتيجة اشتراك إلكترونات المستويين الفرعيين \$d\$ ، \$d\$ في هذا الترابط.

ارتفاع قيم كثافتها :

◄ تزداد كثافة عناصر السلسلة الانتقالية الأولى بزيادة العدد الذرى، للزيادة الحادثة في كتلها الذرية مع الثبات النسبي لأحجامها الذرية.





نباين نشاطها الكيميائى : 🕡

- تتباین فلزات السلسلة الانتقالیة الأولى في نشاطها الكیمیائی، فعنصر:
- السكانديوم شديد النشاط، يحل محل هيدروچين الماء في تفاعل عنيف.
 - الحديد متوسط النشاط، يصدأ عند تعرضه للهواء الرطب.
 - النحاس محدود النشاط.

الخواس المشاطيسية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

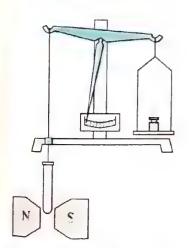
 ◄ كان لدراسة الخواص المغناطيسية الفضل الكبير في فهم كيمياء العناصر الانتقالية، وهناك انواع مختلفة من الذواص المغناطيسية. الستعرض منها نوعان، هما :

amulaticopulation il

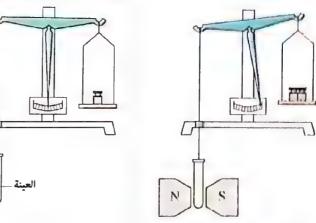
🥕 خاصية تظهر في الأيونات أو الذرات أو الجزيئات التي تَحتوي على إلكترون مفرد (﴿) أو أكثر في أوربيتالاتها، وتعرف المادة التي تظهر عليها هذه الخاصية بالمادة البارامغناطيسية وهي المادة التي تتجاذب مع الجال المغناطيسي الخارجي، نتيجة وجود إلكترونات مفردة في أوربيتالاتها

الخاصية الديامغناطيسية 🔑

هي خاصية تظهر في الأيونات أو الذرات أو الجزيئات التي تكون الإلكترونات في جميع أوربيتالاتها في حالة ازدواج (١١)، وتعرف المادة التي تظهر عليها هذه الخاصية بالادة الديامغناطيسية وهي المادة التي تتنافر مع المجال المغناطيسي الخارجي، نتيجة لوجود جميع إلكتروناتها في حالة ازدواج



يقل الوزن الظاهري للعينة لتنافرالمادة الديامفناطيسية مع المجال المغناطيسي



يزدادالوزن الظاهري للعينة لتجاذب المادة البارامغناطيسية مع المجال المغناطيسي

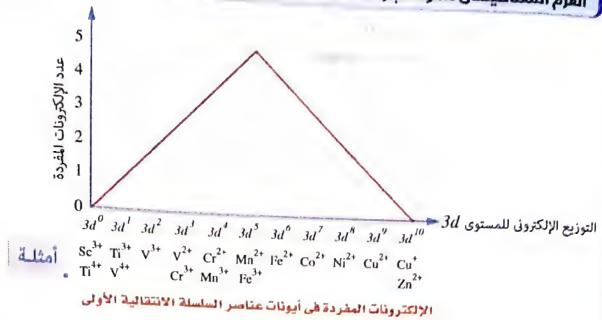




فسر: معظم الفلزات الانتقالية ومركباتها مواد بارامغناطيسية (تتجاذب مع المجال المغناطيسي الخارجي). لأن حركة الإلكترونات المفردة حول محورها في المستوى الفرعي (d) تنتج مجالات مغناطيسية تتجاذب مع المجال المغناطيسي الخارجي.

تناسب قوى الجذب المغلاطيسي في المواد البارامغناطيسية طرديًا وعدد الإلكترونات المفردة،

العزم المغناطيسي للمواد البارامغناطيسية و الديامغناطيسية



- العزم المغناطيس للمادة هو خاصية يمكن عن طريق قياسها أو تقديرها تحديد عدد الإلكترونات المفردة في المادة،
 ومن ثم تحديد التركيب الإلكتروني لها أو لأيون الفلز الخاص بها.
- ◄ كلما زاد عدد الإلكترونات المفردة في المستوى الفرعي (d) الأخير للمادة كلما زاد عزمها المغناطيسي.
- في ضوء ما سبق يمكن استنتاج العزم المغناطيسي للمواد البارامغناطيسية والديافغناطيسية، كالتالي :

المواد البارامغناطيسية

العزم المغناطيسى لها يتراوح بين (5: 1)

المواد الديامغناطيسية

العزم المغناطيسى لها يساوى صفر لأن كل إلكترونين مزدوجين يعملان فى اتجاهين متضادين

فسر: العزم المغناطيسي للمنجنيز 25Mn أكبر من العزم المغناطيسي للكوبلت 27Co

25Mn : [Ar], $4s^2$, $3d^5$

27 $Co:[Ar], 4s^2, 3d^7$

لأن المستوى الفرعى (3d) في 25Mn يحتوى على 5 إلكترونات مفردة، بينما في 27Co يحتوى على 3 إلكترونات مفردة بينما في 27Co يحتوى على 3 إلكترونات مفردة فقط، وكلما زاد عدد الإلكترونات المفردة كلما زاد العزم المغناطيسي للمادة.

$$\mathbf{Zn} = 30$$

$$\mathbf{Cu} = 29$$

$$Ni = 28$$

$$Fe = 26$$

مثال 🕦

منتف المواد التالية إلى مواد ديامغناطيسية ومواد بارامغناطيسية : • كلوريد النحاس (II) •

• كاوريد الحديد (II) •

e الخارصين Zn • أيون النيكل (II) Ni²⁺

الخاصية المغناطيسية	عدد الإلكترونات المفردة	التوزيع الإلكتروني لأوربيتالات المستوى الفرعي (3d)	องนูเ
ديامغناطيسية	zero	d10 11 11 11 11 11	الخارصين Zn
بارامغناطيسية	l	d ⁹ 11 11 11 1	(II) كلوريد اللحاس Cu ²⁺
بارامغناطيسية	2	d8 11 11 11 1 1	ايون النيكل (II) Ni ²⁺
بارامغناطيسية	4	d ⁶ 11, 1 1 1	(II) كلوريد الحديد Fe ²⁺

مثِال 🕜

$$Ti = 22$$

$$Cr = 24$$

$$Cu = 29$$

$$Fe = 26$$

رتب كاتيونات المركبات الآتية تصاعديًا، حسب عزمها المغناطيسي :

- أكسيد الكروم (III) Cr₂O₃
- FeCl₃ (III) كلوريد الحديد •
- ثانى أكسيد التيتانيوم TiO₂
 - كلوريد النحاسوز CuCl

فكرة الحل

العزم المغناطيسي النظري	عدد الإلكترونات المفردة	التوزيع الإلكترونى لأوربيتالات المستوى الفرعى (3d)	الكاتيون	المادة
zero	zero	$3d^0$	Ti ⁴⁺	TiO ₂
3	3	$3d^3$	Cr ³⁺	Cr ₂ O ₃
zero	zero	3d ¹⁰ 1 1 1 1 1	Cu ⁺	CuCl
5	5	$3d^5$ \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow	Fe ³⁺	FeCl ₃

 $Fe^{3+} > Cr^{3+} > Cu^+ = Ti^{4+}$

TA

مثال 😯

في الشكل المقابل، أي الأيونات التالية عند وضع مركباتها في أنبوبة الاختبار تجعل حركة مؤشر الميزان أكثر انحرافًا ؟ مع التفسير: [V = 23, Cr = 24, Mn = 25, Co = 27]

- \circ Co²⁺ \circ Mn²⁺ \circ Cr³⁺



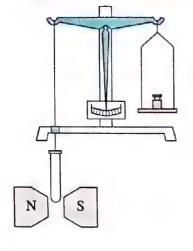
• V³⁺

مفهوم

طاقية التنشيط

سيوف يتم التعرف عليه

في الباب الثالث

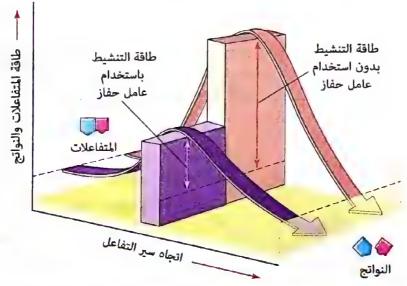


• Co^{2+} : [Ar], $3d^{7}$ 11 11	1	1	1
• Mn^{2+} : [Ar], $3d^{5}$			
• $\operatorname{Cr}^{3+}:[\operatorname{Ar}], 3d^3$			_
• V^{3+} : [Ar], $3d^2$			

3d أيون 12^{+0} 10^{-0} لأن عزمه المغناطيسي هو الأكبر، حيث يحتوى على 5 إلكترونات مفردة في المستوى الفرعي

🚺 النشاط الحفزي لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

• تعتبر الفلزات الانتقالية عوامل حفز مثالية، لاشتراك إلكترونات المستويين الفرعيين 4s ، 3d في تكوين روابط بين الجزيئات المتفاعلة و ذرات سطح الفلز (الحافز)، مما يؤدي إلى إضعاف الروابط بين ذرات الجزيئات المتفاعلة وزيادة تركيز المتفاعلات على سطح الحافز فتقل طاقة التنشيط وهو ما يزيد من سرعة التفاعل.



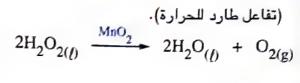
الدور الذي يلعبه العامل الحفاز في التفاعلات الكيميائية



أمثلة على العوادل التشارة

🚺 ثاني أكسيد المنجنيز :

 H_2O_2 يستخدم في تفاعل انصلال فوق أكسيد الهيدروچين



الانخفاض في الطاقة 2H2O2 معملة الطافة المطلقة $2H_2O + O_2$ (ΔH) اتحاه سير التفاعل

 H_2O_2 كمامل حفاز في تفاعل انحلال MnO_2

النيكل المجزأ :

يستخدم في عمليات هدرجة الزيوت.

الحديد المجزأ :

يستخدم في تحضير غاز النشادر

في الصناعة بطريقة (هابر - بوش)،

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow{500^{\circ}C/200 \text{ atm}} 2NH_{3(g)}$$

خامس أكسيد القائديوم (V₂O₅) :

يستخدم في تحضير حمض الكبريتيك في الصناعة بطريقة التلامس.

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow{V_2O_5} 2SO_{3(g)}$$
 ثالث أكسيد الكبريت $SO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2SO_{4(aq)}$ معض الكبريتيك ثالث أكسيد الكبريت

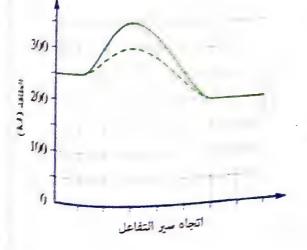
مثيال 🛈

الشكل البياني المقابل يُعبر عن أحد التفاعلات الكيميائية،

احسب كل من:

- (١) قيمة (ΔH) للتفاعل.
- (٢) طاقة التنشيط قبل استخدام العامل الحفار.
- (٢) طاقة التنشيط بعد استخدام العامل الحفاز.

- $-50 \text{ kJ} = 250 200 = \Delta H \text{ (1)}$
- (٢) طاقة التنشيط قبل استخدام العامل الحفاز 100 kJ = 250 - 350 =
- (٢) طاقة التنشيط بعد استخدام العامل الحفار 50 kJ = 250 - 300 =



اتجاه سير التفاعل

الطاقة(kJ)

130

مثيال 🕜

الشكل البيانى المقابل يعبر عن طاقة تنشيط أحد التفاعلات قبل وبعد استخدام عامل حفاز، احسب طاقة تنشيط التفاعل المحفز.

الحـــل

الانخفاض فى طاقة التنشيط لوجود عامل حفاز (الفرق بين طاقتى التنشيط قبل وبعد استخدام العامل الحفاز) = 210 - 210 = 30 kJ

100 kJ = 30 - 130 = 4طاقة تنشيط التفاعل المحفز

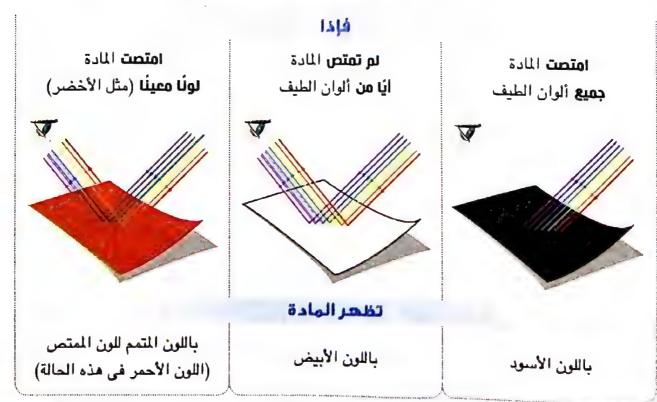
حـل آخـر

80 kJ = 130 - 210 = محصلة الطاقة المنطلقة من التفاعل = 180 - 210 محصلة التفاعل المحفز = 180 - 180 المحفز = 180 - 180

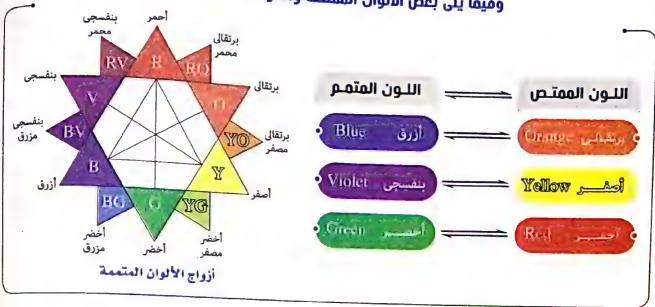
تنوع ألوان أيونات العناصر الدنتقالية

تفسير اللون في المواد

تمتص المواد الملونة بعض فوتونات الضوء المرئى، وما تراه العين هو محصلة مخلوط اللوان المتبقية (الألوان المنعكسة) والتى يطلق عليها اللون المتمم للون الممتص



وفيما يلى بعض الألوان الممتصة والألوان المتممة لها :



عند اتحاد أى ضوء (لون) مع الضوء (اللون) المتمم له يتكون ضوء (لون) أبيض



البرتقالي و الأزرق الأصفر والبنفسجي الأحمر والأخضر عند اتحاد أي ضوء مع الضوء المتمم له يتكون ضوء أبيض

العلاقة بين ألوان أيونات العناصر الانتقالية وتركيبها الإلكتروني

• معظم مركبات العناصر الانتقالية ومحاليلها المائية ملونة، كما يتضع من الجدولين التاليين :

اللون	عدد إلكترونات (3d)	الأيون المتهدرت	اللون	عدد إلكترونات (3d)	الأيون المتهدرت
أصفر	3d ⁵	Fe ³⁺ (aq)	عديم اللون	$3d^0$	Sc ³⁺ _(aq)
أخضر	3d ⁶	Fe ²⁺ _(aq)	بنفسجى محمر	$3d^{I}$	Ti ³⁺ (aq)
أحمر	3d ⁷	Co ²⁺ _(aq)	أنىق	$3d^2$	V ³⁺ (aq)
أخضر	3d ⁸	Ni ²⁺ _(aq)	أخضر	3d ³	Cr _(aq)
أزىق	3d ⁹	Cu ²⁺ _(aq)	بنفسجى	$3d^4$	Mn ³⁺ _(aq)
عديم اللون	$(3d^{10})$	Zn ²⁺ _(aq) , Cu ⁺ _(aq)	أحمر وردى	3d ⁵	Mn ²⁺ (aq)

والجداول للاطلاع فقطه

◄ ورتضح من الجدولين السابقين إن :

- معظم أبونات العناصر الانتقالية ملونة، بسبب الامتلاء الجزئى لأوربيتالات المستوى الفرعى الأخير (d^{1+9}) أي وجود إلكترونات مفردة في المستوى الفرعى الأرعى الفرعى الفرعى الفرعى المستوى الفرعى الفرعى
- مركبات الكروم (١١١) * Cr3+ تظهر باللون الأخضر، لأنها تمتص طاقة فوتون الضوء الأحمر فتظهر باللون الأخضر المتمم له.
- أيونات Sc^{3+} ، Cu^+ ، Sc^{3+} غير ملونة ، لأن أوربيتالات المستوى الفرعى Sc^{3+} تكون فارغة في حالة Sc^{3+} وتامة الامتلاء في حالتي Cu^+ ويالتالي لا تتواجد إلكترونات مفردة في هذه الحالات.

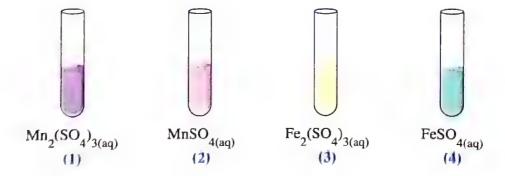


أحد مركبات الكرو

مثيال

ادرس الشكل التالي، ثم صف التغير الحادث في لون كل مطول من المحاليل الأربعة – مع تفسير إجابتك – عند:

- (١) ترك الأنابيب معرضة للهواء الجوى.
 - (٢) إمرار غاز الهيدروچين فيها.



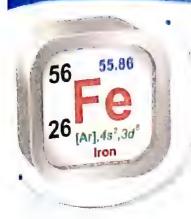
الحـــل

(١) يتحول لون المحلول الموجود في الأنبوبة (4) إلى اللون الأصفر لتأكسد أيون الحديد (II) +Fe²⁺ (II) إلى أيون الحديد (III) +Fe³⁺ الأكثر ثباتًا.

 $Fe^{2+}: [Ar], 3d^6 \longrightarrow Fe^{3+}: [Ar], 3d^5$

(۲) يتحول لون المحلول الموجود في الأنبوبة (1) إلى اللون الأحمر الوردي لاختزال أيون +4 Mn
 إلى أيون +4 Mn
 الكثر ثباتًا.

 Mn^{3+} : [Ar], $3d^4 \longrightarrow Mn^{2+}$: [Ar], $3d^5$



اعتصرالديد

عدده الذري 26

ية توزيعه الإلكتروني 6 الإلكتروني 6 الإلكتروني 26

55.86 g/mol (الكتلة المولية) عتلته الذرية الجرامية

• حالات تأكسده الشائعة له حالتي تأكسد شائعتين، سَمَا ؛



 Fe^{3+} : [Ar], $3d^5$ Fe^{2+} : [Ar], $3d^6$

طلة التأمسد 💮

تقابل خروج الكتروني المستوى الفرعي 4s تقابل خروج الكتروني 4s والكترون من 3d

الصيغ الكيميائية لبعض مركباته

(III) أيون حديد	(II) أيون حديد	مجموعات ذرية
Fe ³⁺	Fe ²⁺	(أيونات)
Fe ₂ (CO ₃) ₃	FeCO ₃	CO ₃ ^{2–}
کربونات حدید (III)	(II) کربونات حدید	کربونان
Fe ₂ (SO ₄) ₃	FeSO ₄	SO ₄ ^{2–}
کبریتات حدید (III)	کبریتات حدید (II)	ڪبريتان
FeCl ₃	FeCl ₂	<mark>حاورتد</mark>
کلورید حدید (III)	کلورید حدید (II)	Cl_
Fe ₂ O ₃	FeO	0 ² –
(III) أكسيد حديد	اکسید حدید (II)	اکسید
Fe(OH) ₃	Fe(OH) ₂	متدروجستد
(III) هيدروکسيد حديد	هیدروکسید حدید (II)	OH_

الدرس الثالث

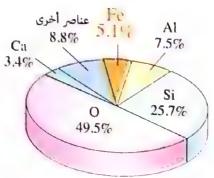
فللز الحديث

. عرف قدماء المصريين الحديد منذ أكثر من ٥٠٠٠ سنة ق.م، وحتى الأن لا يسزال الحديد عصب الصناعات الثقيلة،

رغم التوسع في استخدام معادن أخرى،

◄ يحسل الحديد الترتيب الرابع - بعد الأكسچين والسيليكون والألومنيوم -

من حيث الانتشار في القشرة الأرضية.



يشكل الحديد حوالي 5.1% من وزن التشرة الأرضية

بشكل الحديد حوالي 5.1% من وزن القشرة الأرضية وتزداد كميته تدريجيًا كلما اقتربنا من باطن الأرض.

لا يوجد الحديد بشكل حر إلا في النيازك المتساقطة من الفضاء الخارجي (بنسبة نابو).

فامات الحديد

◄ يوجد الحديد في القشرة الأرضية على هيئة خامات طبيعية تحتوى على مختلف أكاسيد الحديد مختلطة بشوائب.

العوامل التي تتوقف عليها صلاحية الخام لاستخلاص الحديد منه

- ◊ نسبة الحديد في الخام،
- آل تركيب الشوائب الموجودة في الخام.
- نوعية العناصر الضارة المختلطة بالخام، مثل الكبريت والفوسفور والزرنيخ وغيرها.

<mark>أهم خامات الحديد في مصر</mark>

. السيدريت .	الليمونيت .	الهيماتيت .	الجنتيت.	الخـــام
				الشكل التوضيحي
كربونات الحديد (Ⅱ)	أكسيد الحديد (III) المتهدرت	أكسيد الحديد (III)	أكسيد الحديد المغناطيسي	الاسم الكيميــائي
FeCO ₃	2Fe ₂ O ₃ .3H ₂ O	Fe ₂ O ₃	Fe ₃ O ₄	صيغته الكيميائية
30 : 42%	20 : 60%	50 : 60%	45 : 70%	نسبة الحديد فيه
* لونه رمادي مصفر. * سبهل الاختزال.	* أصفر اللون. * سهل الاختزال.	* لونه أحمر داكن. * سبهل الاختزال.	* أسود اللون. * لــه خـــواص مغناطيسية.	خواصـــــه
_	الواحات البحرية	* الجـزء الغربــى لمدينة أسوان. * الواحات البحرية.	الصحراء الشرقية	امـــاکن وجــوده ف مصـــر

استخلاص الحديد من خاماته

تتم عملية استخلاص الحديد من خاماته (التعدين) بهدف الحصول على الحديد في صورة يمكن استخدامها عمليًا، مراحل استخلاص الحديد من خاماته







﴿ تُحسِينَ الخواصِ الفَيزِيائِيةِ وِ الْعَيْكَانِيكِيةِ لَحَامَاتِ الْحَدِيدِ

مملية تكسير خامات الحديد 👔

تتم عملية تكسير خام الحديد للحصول على أحجام أصغر تناسب عمليات الاختزال.

🌏 عملية تلبيد خامات الحديد

◄ تنتج عن عمليات تكسـير الخام وطحنه وتنظيف غازات الفرن العالى كميات كبيرة من الخام الناعم الذى لا يمكن اسـتخدامه مباشرة فى الخطوة التالية من عملية الاستخلاص (وهى عملية الاختزال)، لذا تجرى لهذا الخام الناعم عملية تجميع للحبيبات الناعمة فى أحجام أكبر تكون متماثلة ومتجانسة وتناسب عملية الاختزال فيما يعرف بعملية التلبيد.



مملية تركيز خامات الحديد 🕝

- ◄ تهدف هذه العملية إلى زيادة نسبة الحديد في خاماته، عن طريق:
- فصل الشوائب والمواد غير المرغوب فيها من الخام والتي تكون مختلطة به.
 - تتم عمليات التركيز باستخدام إحدى الطرق التالية :
 - خاصية التوتر السطحى.
 - الفصل المغناطيسي.
 - الفصــل الكهربـــــــى٠

تحسين الخواص الكيميائية لغامات الحديد

عملية تحميص خامات الحديد

• تتم عملية تسخين خامات الحديد بشدة في الهواء، فيما يعرف بالتحميص، وذلك بغرض :

ر تجفيف الخام (التخلص من الرطوبة) وزيادة نسبة الحديد فيه

أمثلة

تحميص خام السيدريت :

$$2 \text{FeCO}_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} 2 \text{FeQ}_{(s)} + 2 \text{CO}_{2(g)}$$
 (II) کربونات حدید $(48.5\%$ (II) کربونات حدید $(48.5\%$ ($(48.5\%$ $(48.5\%$

تحميص خام الليمونيت :

$$2Fe_2O_3.3H_2O_{(s)}$$
 $\xrightarrow{\Delta}$ $2Fe_2O_{3(s)}$ + $3H_2O_{(v)}$ (69.6% حدید)

룆 أكسدة بعض الشوائب

أمثلة

 $S_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} SO_{2(g)}$ ثانی أکسید الکبریت

اكسدة الفوسفور :



يتم اختزال أكاسيد الحديد إلى حديد بطريقتين مختلفتين تبعًا لطبيعة العامل المختزل المستخدم،
 وفيما يلى طريقتى اختزال الهيماتيت في كل من الفرن العالى وفرن مدركس:

فــرن مدركــس

الفــرن العــالى من ما مالات

يتم الاختزال بواسطة (العامل المختزل)

الفاز المائي

غاز أول أكسيد الكربون الناتج من فحم الكوك

$$\bullet C_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CO_{2(g)}$$

$$3CO_{(g)} + 5H_{2(g)}$$
 • $CO_{2(g)} + C_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{(g)}$ الغاز المائی

تفاعل الاختزال

$$2Fe_2O_{3(s)} + 3CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow{\Delta}$$
(III) اکسید حدید $4Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)} + 3H_2O_{(v)}$

$$Fe_2O_{3(s)} + 3CO_{(g)} \xrightarrow{\Delta}$$
(III) اکسید حدید $2Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)}$
حدید

اذكردور: فحم الكوك في الفرن العالى.

يعطى عند احتراقه فى الهواء الساخن غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يتفاعل مع الزيادة من فحم الكوبون الذى يتفاعل مع الزيادة من فحم الكوك مكونًا غاز أول أكسيد الكربون الذى يقوم بدور العامل المختزل لخامات الحديد فى هذا الفرن.

اخلب نفسك بكتابة الكيميانية الكيميانية

•

ضسر: دور الغاز المائي في فرن مدركس، يختلف عن دوره في عملية (فيشر - ترويش).

لأن الغاز المائى يقوم بدور العامل المختزل فى فرن مدركس، بينما يتم تحويله إلى وقود سائل فى عملية (فيشر - ترويش)

اثاثا إنتاج الحديد

بعد عملية اختزال خام الحديد تأتى المرحلة الأخيرة، وهي مرحلة إنتاج الأنواع المختلفة من الحديد،

أمثلة

- الحديد الصلب،
- الحديد الزهر،

إنتاج الحديد الصلب

- تعتمد صناعة الصلب على عمليتين أساسيتين، هما :
- التخلص من الشوائب المتبقية في الحديد الناتج من أفران الاختزال.
- إضافة عناصر أخرى إلى الحديد، لإكساب الصلب الناتج الخواص المطلوبة للأغراض الصناعية.
 - وتتم صناعة الصلب باستخدام واحد من ثلاثة أنواع معروفة من الأفران، وهي :
 - الفرن الكهربي.
- الفرن المفتوح.
- المحول الأكسچيني.

السبائك

السبيكة هي مادة تتكون من فلزين أو أكثر أو من فلز ولافلز أو أكثر.

أمثلة

🕦 ســبانك تتكون من فلزين أو أكثر:

سبيكة الحديد و الكروم سبيكة الحديد و المناه الحديد و الفائديوم سبيكة الحديد و النيكل

مسمار حديد مطلى بالنيكل

غطاء محرك سيارة

أسطوانة منشار كهربي

أواني طهي

🕜 سبيكة تتكون من فلز و لافلز :

سبيكة الحديد و الكربون



حلقات مصنوعة من سبيكة الحديد والكربون

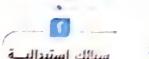
وطرق تحضير السبائك

تحضر السبائك بإحدى الطريقتين التاليتين :

- طريقة الصمود يتد فيها صهر الفلزات مع بعضها وترك الصهور لبيرد تدريجيًا،
- طريقة التوصيب الكموس : يتم فيها ترسيب فلزين أو أكثر كهربيًّا في نفس الوقت.

تغطية المقابض الحديدية بالنحاس الأصعر (نحاس + خارصين)، ويتم ذلك بترسيبه كهربيًا من معلول يعتوى أيونات النحاس والخارصين على هذه المقابض.

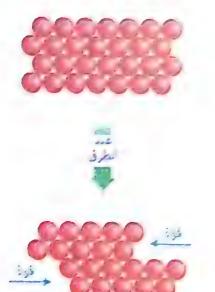
من أنواع السبائك







- ◄ الحديث النقس ليست له أهمية اقتصادية، لأنه لين نسبيًّا وهو يتكون - مثل باقى الفلزات - من شبكة بللورية منتظمة من درات مرصوصة رصاً محكمًا بينها فراغات بينية.
- ◄ وعند الطرق على الفلر النقى تتصرك كل طبقة من ذراته فوق الطبقة الأخرى، ولكن عند مل عض الفراغات البينية في الشميكة البللورية للفلز النقى بذرات من فلمز أخر حجمها أقل من حجم ذرات الفلز النقى، فإن ذلك يعوق انزلاق الطبقات وهو ما يزيد من صلابة الفلز الأصلى بالإضافة إلى تأثر بعض خواصه الفيزيائية الأخرى مثل قابلية الطرق والسحب ودرجة الانصبهار والتوصيل الكهربي والخواص المغناطيسية، مكونًا نوعًا من السبائك تعرف باسم السبائك البينية.

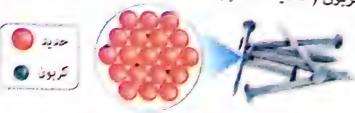


سبالك المركبات البينفلزية

مقبض باب مغطى بطبقة من النحاس الأصفر

انزلان مليقات الغلز في الشبكة البغورية عند الطرق عليها

مثال سبيكة الحديد و الكربون (الحديد الصلب).



الحلياء الصلب سبيكة بيثية

all march illerall

. الفلز الأصلي بذرات فلز آخر، له نفس خواص الفلز الأصلي

البيبيكة التسبيطلية هي سبيكة تُستبدل فيها بعض ذرات من حيث الشكل البللوري ونصف القطر والخواص الكيميائية.

السببكة البينفلزية هي سبيكة تتحد العناصر الكونة لها، اتحادًا كيميائيًا مكونة مركبات صلبة جديدة، لا تخضع صيغتها الكيميائية لقوانين التكافؤ.

سيالك المركبات البيتفلزية

* الفلزات المكونة للسبيكة البينفلزية لا تقع في مجموعة واحدة في الجدول الدوري الحديث.

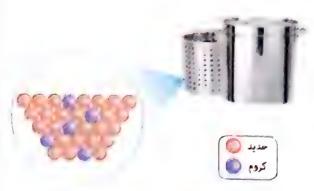
، أيثليه ،

- سبيكة المديد والكروم (الصلب الذي لا يصدأ).
 - سيبكة الحديد والنيكل.
 - سببكة الذهب والنجاس،

- سبيكة (الرصاص الذهب) Au₂Pb
 - سبيكة السيمنتيت Fe₃C
 - سبيكتى (الألومنيوم النيكل) و (الألومنيوم - النحاس) المعروفتين باسم الديورالومين



خلاط ماء مصنوع من الديور ألومين



الصلب الذي لا يصدأ (Stainless steel) سيسكة استبدالية

, فسسر ک

* سيبكة الحديد والكروم من السبائك الاستبدالية لتقارب ذرات كل من الحديد والكروم في نصف القطر الذرى والشكل البللوري والخواص الكيميائية

 * سبيكة السيمنتيت من السبائك البينفلزية لأنها تتكون عن طريق الاتحاد الكيميائي بين الحديد والكربون والذي ينتج عنه مركب Fe₃C والذى لا تخضع صيغته لقوانين التكافؤ

أتر	ذ	اء	اد	
Col	of the	jie j		

اذكر 5 أمثلة لسبائك يدخل عنصر الألومنيوم في تركيبها في حدود ما درست.

الى ميران برالد الد

الخواص الفيزيائية للحديد

تعتمد الخواص الفيزيانية للحديد على مدى نقائه وطبيعة الشــوائب الموجودة فيه

أهم خواص الحديد الفيزيائية











ارتضاع كثافته (7.87 g/cm^3)

له خواص ارتفاع درجة انصهاره $(1538^{\circ}C)$

🦈 للسحب و الطرق

(لین نسبیًا)

الخواص الكيميائية للحديد

تتعدد حالات تأكسد الحديد، وأهمها :

- حالة التاكسد (2+) التي تقابل خروج إلكتروني المستوى الفرعي 4s
- حالة التاكسد (3+) التي تقابل خروج إلكتروني المستوى الفرعي 45 وإلكترون واحد من المستوى الفرعي 3d، وهي تمثل الحالة الأكثر ثباتًا للامتلاء النصفي للمستوى الفرعي (3d⁵).
 - ♦ لا يعطى الحديد حالة تاكسد (8+) والتي تدل على خروج جميع إلكترونات المستويين الفرعيين 3d ، 3d بعكس باقى العناصر التي تسبقه في السلسلة الانتقالية الأولى.

يتفاعل الحديد مع الكثير من المواد ، منها :

الأحماض







اللهواء (الذكسجين) علي الحديد 🚺

• يتفاعل الحديد المسخن لدرجة الاحمرار (500°C) مع الهواء أو الأكسچين،

مكونًا أكسيد الحديد المغناطيسي.

آ تأثير بخار الماء على الحديد

يتفاعل الحديد المسخن لدرجة الاحمرار (500°C) مع بخار الماء، مكونًا أكسيد الحديد المغناطيسي ويتصاعد غاز الهيدروچين.

🎢 تفاعل الحديد مع اللافلزات

◄ يتفاعل الحديد مع الكلور، مكونًا كلوريد الحديد (III) :

$$2Fe_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2FeCl_{3(s)}$$
 کلورید حدید (III) کلورید حدید

ل يتفاعل الحديد مع الكبريت، مكونًا كبريتيد الحديد (II):

$$Fe_{(s)} + S_{(s)} \xrightarrow{\Delta} FeS_{(s)}$$
 کبریتید حدید (II) کبریتید حدید

ع رُ تَفَاعَلُ الحديدُ مع النَّحماض

بتدرج أثر الحمض على الحديد، تبعًا لقوته وتركيزه، كالتالى :

الحديد مع النّحماض المخففة

الحديد وحمض الهيدروكاوريك المخفف:

يدوب الحديد في حمض الهيدروكلوريك المخفف، مكونًا كلوريد الحديد (II) و يتصاعد غاز الهيدروچين.

• الحديد وحمض الكبريتيك المخفف ؛

يذوب الحديد في حمض الكبريتيك المُخفف، مكونًا كبريتات الحديد (II) و يتصاعد غاز الهيدروچين.

$$\operatorname{Fe}_{(\mathrm{s})} + \operatorname{H}_2 \operatorname{SO}_{4(\mathrm{aq})} \xrightarrow{\operatorname{dil}} \operatorname{FeSO}_{4(\mathrm{aq})} + \operatorname{H}_{2(\mathrm{g})}$$
 کبریتات حدید (II) کبریتات حدید

الحديد مع الأحماض المركزة

الحديد وحنض الكبريقيك المركز ؛

لا يؤثر حمض الكبريتيك المرقر في الحديد الا بعد التسخين، ليُكون كبريتات الحديد (II) و كبريتات الحديد (III) و ثاني أكسيد الكبريت و بخار ماء.

• الحديد وحمض النيتريك المركز:

يسبب حمض النيتريك المركل خمولا ظاهريا للحديد، لتكُون طبقة رقيقة غير مسامية من الأكسيد على سطح الحديد، تمنع استمرار التفاعل، ويمكن إزالة هذه الطبقة بالحك أو بإذابتها في حمض الهيدروكلوريك المخفف.

	فـسر:
حديد مع الكلور، يتكون كلوريد الحديد (III) ولا يتكون كلوريد الحديد (II).	(١) عند تفاعل ال
ور عامل مؤكسد يحول كلوريد الحديد (II) إلى كلوريد الحديد (III).	لأن غاز الكل
•	اختبر نفسك بكتابة معادلة النعاعل
عديد مع حمض الهيدروكلوريك المخفف، يتكون كلوريد الحديد (II) ولا يتكون كلوريد الحديد (III).	مال المالية عند تفاعل الم
ما المتصاعد عامل مختزل يحول كلوريد الحديد (III) إلى كلوريد الحديد (II).	(۱) عد عاص ۱۰ لأن غاز الهي
	اختبرنفسك بكتابة معادلة التفاعل
The state of the s	

أكاسيد الحديد

يُعرف للحديد ثلاثة أنواع من الأكاسيد، هي :

اكسيد الحديد (II) أكسيد الحديد (III) أكسيد الحديد المغناطيسى

آئسيد الحديد (۱۱) FeO

تحضيره

• يُحضر أكسيد الحديد (II) بعدة طرق، منها :

تسخين أكسالات الحديد (II) بمعزل عن الهواء.

$$COO$$
 Fe
 (s)
 FeO
 (s)
 FeO
 (s)
 FeO
 (g)
 FeO
 (II)
 FeO
 (s)
 FeO
 (g)
 FeO
 (g)

▶ ويلاحظ إنه ينتج عن عملية الاختزال أكسيد الحديد (II) وليس أكسيد الحديد (III)،
 لأن غاز أول أكسيد الكربون الناتج من التفاعل عامل مختزل، يحول أكسيد الحديد (III)
 إلى أكسيد الحديد (II).

اختزال الأكاسيد الأعلى (Fe3O4 ، Fe2O3)، بواسطة :

اول اکسید الکربون (CO)

$$Fe_2O_{3(s)} + CO_{(g)} \xrightarrow{400^\circ : 700^\circ C} 2FeO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

أكسيد حديد (III)

أكسيد حديد (١١)

Fe₃O_{4(s)} + CO_(g)
$$\xrightarrow{400^\circ : 700^\circ C}$$
 3FeO_(s) + CO_{2(g)}

اکسید حدید (II) اکسید حدید

الهيدروچين (H₂)

 $Fe_2O_{3(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{400^\circ: 700^\circ C} 2FeO_{(s)} + H_2O_{(v)}$ (III) اکسید حدید (III) اکسید حدید

خواصته

مسحوق أكسيد الحديد (II) أسود اللون، لا يذوب في الماء.

م يتاكسد أكسيد الحديد (II) بسهولة في الهواء الساخن، مكونًا أكسيد الحديد (III).

$$4 \text{FeO}_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2 \text{Fe}_2 O_{3(s)}$$
(II) کسید حدید (III) نکسید حدید

يتفاعل أكسيد الحديد (II) مع الأحماض المعدنية المخففة (كحمض الكبريتيك المخفف) مكونًا ملح الحديد (II) وماء،

$$FeO_{(s)} + H_2SO_{4(aq)}$$
 $feSO_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$ (II) ماء کبریتات حدید الت

أكسيح الحديد الللي ورياة

وجد أكسيد الحديد (١١١) في الطبيعة في كام الهيماتيت.

تحضيره

نحضر أكسيد الحديد (١١١) بعدة طرق، منها :

إضافة مطلول قلوى - مثل هيدروكسيد الأمونيوم - إلى أحمد محاليا أمالاح الحديد (III)، تُكون راسب بنى محمر من هيدروكسيد الحديد (III)، والذي يتحول بالتسخين عند درجة حرارة أعلى من 200°C إلى أكسيد الحديد (III).

$$2\text{Fe(OH)}_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_{2}\text{O}_{3(s)} + 3\text{H}_{2}\text{O}_{(v)}$$
(III) هیدروکسید حدید (III) هیدروکسید حدید

🚺 تسمين كبريتات الحديد (II).

$$2 \text{FeSO}_{4(s)} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2 \text{O}_{3(s)} + \text{SO}_{2(g)} + \text{SO}_{3(g)}$$
 (III) کبریتات حدید

أكسدة أكسيد الحديد (II) في الهواء الساخن.

$$2 \text{FeO}_{(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_{2} O_{3(s)}$$
(II) اکسید حدید (III) اکسید حدید

آسخين أكسيد الحديد المغناطيسي في الهواء.

$$2 {\rm Fe_3O_{4(s)}} + {1\over 2} {\rm O_{2(g)}} \xrightarrow{\Delta} 3 {\rm Fe_2O_{3(s)}}$$
 گکسید حدید مغناطیسی

خواصنه

- مسحوق أكسيد الحديد (III) أحمر اللون، لا يذوب في الماء.
 - مستخدم أكسيد الحديد (III) كلون أحمر في الدهانات.
- تتفاعل أكسيد الحديد (III) مع الأحماض المعدنية المركزة الساخنة،

مُكونًا أملاح الحديد (III) و بخار ماء.

 $Fe_2O_{3(s)} + 3H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 3H_2O_{(v)}$ أكسيد حديد (III) کبریتات حدید (III)



يستخدم أكسيد الحديد (١١١) كلون أحمر في الدهانات

أكسيد الحديد المغناطيسي (Fe_aO

◄ يوجد أكسيد الحديد المغناطيسي في الطبيعة ويعرف بالمجنتيت.

 ${
m Fe}_3{
m O}_4$ وهو اكسيد مختلط من أكسيد الحديد (II) وأكسيد الحديد (Fe $_2{
m O}_3$ (III) وهو اكسيد مختلط من أكسيد الحديد

(تحضيره

- يُحضر أكسيد الحديد المغناطيسي بعدة طرق، منها :
- تفاعل الحديد المسخن لدرجة الاحمرار (500°C)، مع :

بخار العاء (H₂O) الهواء (٥)

$$3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(v)} \xrightarrow{500^{\circ}C} Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)}$$

• اختزال أكسيد الحديد (III) :

$$3 \text{Fe}_2 \text{O}_{3(\text{s})} + \text{CO}_{(\text{g})} \xrightarrow{230^\circ:300^\circ\text{C}} 2 \text{Fe}_3 \text{O}_{4(\text{s})} + \text{CO}_{2(\text{g})}$$
 (III) أكسيد حديد مغناطيسى

خواصه

- مسحوق أكسيد الحديد المغناطيسي أسود اللون، له خواص مغناطيسية قوية.
- يتفاعل أكسيد الحديد المغناطيسي مع الأحماض المركزة الساخنة مكونًا أملاح كل من الحديد (II) ، الحديد (III) وبخار الماء، مما يثبت أنه أكسيد مختلط من أكسيدي (Fe3+, Fe2+).

$$Fe_3O_{4(s)}$$
 + $4H_2SO_{4(l)}$ $\xrightarrow{\Delta}$ $FeSO_{4(aq)}$ + $Fe_2(SO_4)_{3(aq)}$ + $4H_2O_{(v)}$ کبریتات حدید مغناطیسی

يتأكسد أكسيد الحديد المغناطيسي عند تسخينه في الهواء مكونًا أكسيد الحديد (III).

$$2 \text{Fe}_3 \text{O}_{4(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)}$$
 $\xrightarrow{\Delta} 3 \text{Fe}_2 \text{O}_{3(s)}$ اکسید حدید مغناطیسی

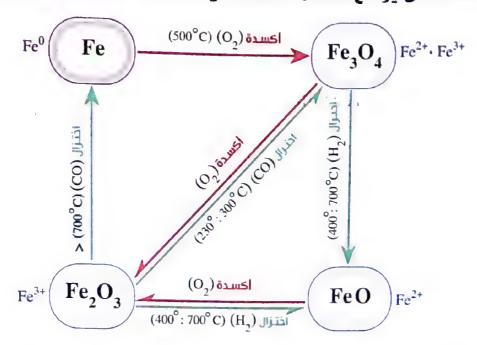
يختزل أكسيد الحديد المغناطيسي بالهيدروچين أو أول أكسيد الكربون مكونًا أكسيد الحديد (II).

$$* Fe_3O_{4(s)} + H_{2(g)}$$
 * $Fe_3O_{4(s)} + CO_{(g)}$ * $* Fe_3O_{4(s)} + CO_{(g)}$ * $* Fe_3O_{4(s)} + CO_{(g)}$ * $* Fe_3O_{4(s)} + CO_{(g)}$



وضع بالمعادلات الرمزية الموزونة كيفية الحصول على كلوريد الحديد (II) من هيدروكسيد الحديد (III).

المخطط التالى يوضح تفاعلات الأكسدة و الاختزال بين الحديد وأكاسيده:



أخطاء شانعة

كتابة المعادلات الرمزية دون كتابة :

• شروط التفاعلات الحادثة.

$$Fe_2O_{3(s)} + H_{2(g)} \longrightarrow 2FeO_{(s)} + H_2O_{(v)}$$

Fe₂O_{3(s)} + H_{2(g)}
$$\xrightarrow{400^{\circ}:700^{\circ}C}$$
 2FeO_(s) + H₂O_(v)

. نواتج التفاعل الثانوية (كعدم كتابة ${
m CO}_2$ ، ${
m CO}$ ضمن نواتج التفاعل ullet

$$\begin{array}{c|c} COO \\ \hline \\ COO \end{array} \begin{array}{c} Fe_{(s)} \xrightarrow{\Delta} FeO_{(s)} + CO_{(g)} + CO_{2(g)} \end{array}$$

التحليل الكيسائي 2 ق

الحرس الأول

الخرس الثالث

من

ما قبل الكشف عن الكاتيونـــــات.

بدايــــة البــــاب.

- الحرص اللالي الكشــف عن الكاتيونـــــات.
- الكمي التحليل الكيميائي الكمي.
 - 🌼 🎎 التحليـل الكيميائي الكمي.
 - الى نهاية البـــاب.



الحرس الأول

الى ما قبل الكشف عن الكاتيونات

التحليل الكيميائي

- التحليل الكيميائي أحد فروع علم الكيمياء التي تساهم بدور كبير في :
 - تقدم علم الكيمياء.
 - تطوير مجالات العلوم المختلفة، كما يتضح مما يلى :

دور التحليل الكيميائي في مجال الطب :

- تقدير كميات المكونات الفعالة في الدواء.
- تقدير نسب السكر والزلال والبولينا والكوليسترول في الدم والبول، مما يسهل من مهمة الطبيب في التشخيص والعلاج.

و دور التحليل الكيميائي في مجال الزراعة :

معرفة خواص التربة من حيث الحموضة والقاعدية ونوع ونسب العناصر الموجودة بها وبالتالي إمكانية تحسين خواصها ومعالجتها بالأسمدة المناسبة، لضمان جودة المحاصيل.

r دور التحليل الكيميائي في <mark>مجال الصناعة</mark> :

تحديد مدى مطابقة الخامات والمنتجات الصناعية للمواصفات القياسية.

دور التحليل الكيميائى فى مجال البيئة:

- معرفة وقياس محتوى المياه والأغذية من الملوثات السئية الضارة.
- معرفة وقياس نسب غازات أول أكسيد الكربون (CO) وثاني أكسيد الكبريت (SO₂) وأكاسيد النيتروچين في الهواء الجوي.



تحليل فورى لسكر الجلوكوز في الدم



جهاز قياس PH الرقمي المستخدم في قياس حموضة أو قاعدية التربة



جهاز pff الرقمي تظهر على شاشته قيمة pH للمطر الحامضي

أنواع التحليل الكيميائي

يتم التحليل الكيميائي لمعرفة الرموز والصيغ الكيميائية لـ :

والمواد المكونة للمخاليط

العناصر المكونة للمواد

وذلك من خلال <mark>نوعين من التحاليل</mark>، هما :

التحليال الكمس

تقدير نسبة كل مكون

من المكونات الأساسية في المادة المجهولة

التحليل الوصفى (الكيفي أو النوعي)

بهندف

: التعرف على المكونات المجهولة بالمواد، سواء كانت :

- مادة نقية (عنصر أو أملاح بسيطة).
 - مخلوط من عدة مواد.

◄ تُجرى عمليات التحليل الكيفي أولًا للتعرف على مكونات المادة، حتى نتمكن من اختيار أنسب الطرق لتحليلها كميًا.

التحليل الكيميائس الوصفس

التحليل الكيميائي الوصفى هو سلسلة من التفاعلات المناسبة التي تُجرى للكشف عن المكونات الأساسية لمادة مجهولة،
 على أساس التغيرات الحادثة في هذه التفاعلات.

وإذا اتضح من التحليل الوصفي للمادة أنها :

مخالوط

فإنه يجب أولًا فصل مكوناتها النقية – كل مادة على حدى – ثم الكشف عنها بالكاشف المناسب

نقية

فإنه يمكن التعرف عليها من ثوابتها الفيزيائية،

- درجة الانصهار. درجة الغليان.
 - الكتلة المولية ... ألخ.

يصنف التحليل الكيميائي الوصفي إلى <mark>فرعين، هما</mark> :

تحليل المركبات غير المضوية

يتم فيه الكشف عن الأيونات التي يتكون منها المركب غير العضوى (الأملاح الأيونية البسيطة)، ويشمل الكشف عن:

- الأنيونات (الشقوق الحامضية).
- الكاتبونات (الشقوق القاعدية).

تحليل المركبات العضوية

يتم فيه الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة في المركب، بغرض التعرف عليه

اللنيونات و العاتبونات

وسنكتفى فى دراسة التحليل الكيميائى الوصفى بدراسة الكشف عن في الركبات غير العضوية.

الكشف عن الأليونات (الشقوق الحامضية) في المركبات غير العضوية

بفسم الأنبونان إلى نازك محمومات والمسجها المضاط الاتي - وإكل منها كاشف معين، تسمى به المجموعة. ا الدولات (١٠) البيد يونات ١٤٥٥ ٢ مجموع فاليواعات المحمض الهندروكلوريك المخلف ع المربتيسة عد o الثبوكيرينات "S.O. النيتريست ١٥٠٠) ۱ الکلوریک ۱ مجموعية اليوليات م البروميد Br الله حميض الكبريتيسك المركسة ۳ اليوديـــد آ) ٤ النتـــرات NO₃) ا الفوسفات PO: مجموعية اليوليات ۱۱۱۷ محلول کاورید الباریدوم ع الكبريتسات SO₁ الكبريتسات

مجموعة أليونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

تشتمل هذه الجموعة على الأنبونات التالية :



الثيوكبريتات 📊 النيتريت $NO_2^- / S_2O_3^{2-}$

الكبريتيد

الكبريتيت

. V . . V البيكربونات

الكربونات S^{2-} SO_3^{2-} $HCO_3^ CO_3^{2-}$

أخط شائع ؛ دا د د د د د د

اعتبار أن حمض الهيدروكلوريك أكثر قوة أو أكثر نشاطًا من الأحماض التي اشتقت منها أنيونات هذه المجموعة والصواب أنه أكثر ثباتًا

(اســاس الكشــف

 حمض الهيدروكلوريك أكثر ثباتًا من الأحماض التي اشتقت منها أنبونيات هذه المجموعة، لـذا عند تفاعله منع أملاحها، فإن الحمض الأكثر ثباتًا يطرد الحمض الأقل ثباتًا (السهل التطاير أو الانحلال) في صورة غاز، يمكن التعرف عليه بالكاشف المناسب.



فسر: يغضل التسخين الهين في تفاعلات الكشف عن أنيونات مجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف،

لأن ذلك يساعد على طرد الغازات الناتجة، فيسهل الكشف عنها.

الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

التجربة الأساسية

اليون البيكيبولاتي (١٠)

0^2 أبيون الغربونات







عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى :

ملح البيكربونات الصلب

ملح الكربونات الصلب

يحدث فوران لتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون - Short Time - الذى يعكر ماء الجير الرائق عند إمراره فيه لمدة قصيرة





تمكر ماء الجير الرائق عند إمرار غاز CO_2 فيه لمدة قصيرة

(ال فسر:



تصاعد فقاعات غاز ثانی اکسید الکرہون (١) لا يصلح حمض الهيدروكلوريك المخفف في التمييز بين ملحى كربونات و بيكربونات الصوديوم.

لأن كلًا منهما يكون مع حمض الهيدروكلوريك المخفف عاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق.

معادلات النفاعل معادلات النفاعل

غاز ثاني أكسيد الكربور (٢) لا يمرد غاز CO₂ - لمدة طويلة Long Time - في ماء الجير الرائق، عند الكشف عنه.

حتى لا تتحول كربونات الكالسيوم – الناتجة عن تفاعل ماء الجير مع غاز $-CO_2$ إلى بيكربونات الكالسيوم فيختفى الراسب. $\frac{L.T}{CaCO_{3(s)}} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$



عند إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى :

محلول ملح الكربونات

يتكون راسب أبيض على البارد من كربونات الماغنسيوم

يذوب في حمض الهيدروكلوريك

ملاحظات

محلول ملح البيكربونات

يتكون راسب أبيض من كربونات المافنسييم

بعد التسخين

$$Mg(HCO_3)_{2(aq)}$$
 ميكربونات ماغنسيوم $MgCO_{3(s)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$ ماء كربونات ماغنسيوم ثانى اكسيد الكربون ماء $MgCO_{3(s)}$

MgCO₃ ZnCO₃ FeCO₃ CuCO₃

لا تدوب معظم كربونات الفلزات في الماء

للذوبان في الماء. * جميع أملاح كربونات الفلزات: • تذوب في الأحماض.

* جميع أملاح البيكربونات قابلة

لا تذوب فى الماء، عدا كربونات
 الصوديوم و البوتاسيوم و الأمونيوم.



شاهد الشيديو

- * كيف تميز عمليا بين كربونات الماغنسيوم و بيكربونات الماغنسيوم «بدون كواشف» ؟
- * وضح بالمعادلات الرمزية كيفية الحصول على كربونات الماغنسيوم من كبريتات الماغنسيوم.

التجربة الأساسية .

عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى:



ملح الثيوكبريتات الصلب

يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت ويظهر واست أصنفراء نتيجة لتعلق الكعربت في المحلول



تعلق الكبريث في المجلول يظهر على هيئة راسب اصفر

ملح الكبريتيد الصلب

يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين ذو الرائحة الكربهة $Na_2S_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow$ حمض هيدروكاوريك كبريتيد صوديوم

> $2NaCl_{(aq)} + H_2S_{(g)}$ كبريتيد هيدروچين كلوريد صوديوم

* عند تعرض ورقة مبللة بمحلول أسبتات الرصاص (١١) لغاز كبريتيد الهيدروجين المتصاعد فإنها تسود، لتكون مادة كبريتيد الرصاص (II) سوداء اللون.



يسود غاز H18 ورقة ميللة بمحاول أستات الرساس (II)

ملح الكبريتيت الصلب

يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت ذو الرائحة النفاذة $Na_2SO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)}$ حمض هيدروكلوريك كبريتيت صوديوم $2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(I)} + SO_{2(g)}$ ثانى أكسيد الكبريت ماء كلوريد صوديوم * عند تعرض ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز لغاز ثاني أكسيد الكبريت المتصاعد فإنها تخضر التكون مادة كبريتات الكروم (III) خضراء اللون.



بخضر غاز وSO ورقة مبللة بمحلول SO ورقة المحمضة بحمض والاركز

$$K_2Cr_2O_{7(aq)} + 3SO_{2(g)} + H_2SO_{4(aq)}$$
 حمض كبريتيك مركز ثانى أكسيد الكبريت ثانى كرومات بوتاسيوم
 $K_2SO_{4(aq)} + Cr_2(SO_4)_{3(aq)} + H_2O_{(f)}$



محلول ملح الثيوكبريتات

يزول لون محلول اليود البني، لتكون محلول يوديد الصوديوم عديم اللون



۱۰ تر ۱۰ تا ۱۰ تا تا ۱۱ تا ۱۰ تا برسی سند (۱۳۵۰) مع محلول شیوگیریشات انصودیوم

Na₂S₄O_{6(aq)} + 2NaI_(aq) . غيوديد صوديوم رباعي ثيونات صوديوم

عند إضافة محلول نترات الفضة إلى :

محلول ملح الكبريتيد

يتكون راسب أسود من كبريتيد الفضة



 $2NaNO_{3(aq)} + Ag_2S_{(s)}$ کبریتید فضة نترات صودیوم (راسب أسود)

محلول ملح الكبريتيت

يتكون راسب أبيض من كبريتيت الفضة يسود بالتسخين



واسب كبريتيت الفضة الأبيض

أنيون النيتريث ر ١١١٠

التعبية الأساسية

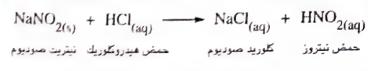


عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى :

ملح النيتريت الصلب

يتصاعد غاز أكسيد النيتريك عديم اللون والذي يتحول عند فوهة إناء التفاعل إلى اللون البني المحمر

لاتحاده بالاكسچين مكونًا غاز ثاني أكسيد النيتروچين.





غاز N(t) عديم اللون يتحول عند تفاعله مع الأكسچين إلى غاز N(t) البنى المحمر

التجربة التأكيديث

عند إضافة محلول برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز إلى :

محلول ملح النيتريت

يزول لون البرمنجنات البنفسجي، اللون البوتاسيوم متحولًا إلى محاليل أخرى خليطها عديم اللون

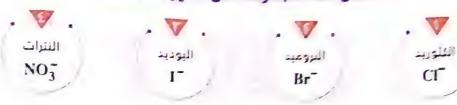


يزيل محلول ملح النيتريت لون البرمنجنات البنفسجي

V	07	1	\F?		VZ.	
الليتريث 100 NO	$S_2O_3^{2-}$ الليوڪبريٽات	الكبرينية -2	SO_3^3 - surjoinelle	لبيكربونات HCO ₃	CO_3^{2-} الكربولات	الأنيون
NaNO ₂	Na ₂ S ₂ O ₃	Na ₂ S	Na ₂ SO ₃	NaHCO ₃	Na ₂ CO ₃	Parish Parish
يتصاعد غاز NO عديم اللون والذي يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البنى المحمر	يتصاعد غاز SO ₂ ويظهر راسب أصفر معلق من الكبريت	يتصاعد غاز H ₂ S ذو الرائحة الكريهة والذى يسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II)	SO_2 يتصاعد غاز SO_2 ذو الرائحة النفاذة والذى يخضر ورقة مبللة بمحلول $K_2Cr_2O_7$ المحمضة بحمض H_2SO_4 المركز	~	يحدث فوران لتم الذي يعكر ما	HCl aisa
_				يتكون راسب أبيض بعد التسخين	يتكون راسب أبيض على البارد	MgSO ₄
		يتكون راسب أسود	يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين		_	AgNO ₃
	يزول لون اليود البنى	_			_	محلول I ₂ البنى
يزول لون البرمنجنات البنفسجى					_	محلول KMnO ₄ البنفسجى البنفسجى المحمض بحمض المحرك المحرك المحرك المحرك

مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز

تشتمل هذه الجموعة على الأنيونات التالية :



- (أساس الكشــف

◄ حصض الكبريتيك أكلر ثباتًا من الأحماض التي اشتقت منها أنيونات هذه المجموعة، لذا عند تفاعله مع أملاحها بالتسخين، فإن الحمض الأكثر ثباتًا يطرد الحمض الأقل ثباتًا في صورة غاز، يمكن التعرف عليه بالكاشف المناسب.



ال فسر:

- (١) يلزم التسخين في تفاعلات الكشف عن أنيونات مجموعة حمض الكبريتيك المركز. لفصل الأحماض الناتجة - الأقل ثباتًا - في صورة غازية، حتى يسهل الكشف عنها.
 - $NO_{\overline{2}}$ يستخدم حمض الهيدروكلوريك في الكشف عن أنيون النيتريت $NO_{\overline{2}}$ ولا يستخدم في الكشف عن أنيون النترات $NO_{\overline{3}}$

لأن حمض الهيدروكلوريك أكثر ثباتًا من الحمض المشتق منه مجموعة النيتريت (HNO_2) وأقل ثباتًا من الحمض المشتق منه مجموعة النترات (HNO_3).

التجرية الأساسية الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز ... مع التسخين







التجربة الأساسية

عند إضافة حمض الكبريتيك المركز مع التسخين إلى :

ملح اليوديد الصلب

* بتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون.

$$2KI_{(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc}$$

* تأكسد جزء من غاز يوديد الهيدروجين المتصاعد مفعل حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة اليود البنفسجية والتي تزرق ورقة مبللة بمحلول النشا.



أبخرة اليود البنفسجية

ملح البروميد الصلب

* يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون،

$$2\text{NaBr}_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(l)} \xrightarrow{\text{conc}} \Delta$$
 حمض کبریتیك برومید مسودیوم

* عند تقريب ساق رجاجية مبللة بمحلول النشادر * يتأكسد جزء من غاز بروميد الهيدروچين المتصاعد بفعل حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة البروم البرتقالية الحميراء والتي تسبب اصفيرار ورقة مطلة بمحلول النشا.



أبخرة البروم البرتقالية الحمراء

ملح الكلوريد الصلب

پتصاعد غاز كلوريد الهيدروچين عديم اللون.

$$2\text{NaCl}_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(l)} \xrightarrow{\text{conc}} \Delta$$
 حمض کبریتیك کبریت صربیرم

(محلول الأمونيا) من غاز كلوريد الهيدروچين المتصاعد تتكون سحب بيضاء من كلوريد الأمونيوم.



سحب كلوريد الأمونيوم البيضاء

$$HCl_{(g)} + NH_{3(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s)}$$
 $MH_4Cl_{(s)}$
 $MH_4Cl_{(s)}$
 $MH_4Cl_{(s)}$

النبرية التأكيدية

عند إضافة محلول لترات الفضة إلى:

محلول ملح البروميد

يتكون راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة

يصير داكنًا عند تعرضه للضوء

ويذوب ببطء في محلول النشادر المركز

محلول ملح الكلوريد

يتكون راسب أبيض من كلوريد الغضة يصير بنفسجيًا عند تعرضه للضوء وينوب في محلول النشادر المركز



راسب كلوريد النضة الأبيش

> NaNO_{3(aq)} + AgCl_(s) کاورید الشهٔ نترات صوبیوم

محلول ملح اليوديد

يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة لا ينوب في محلول النشادر



راسب يوديد الفضة الأصفر

NaI_(aq) + AgNO_{3(aq)} → نترات فضة يوبيد صوبيوم

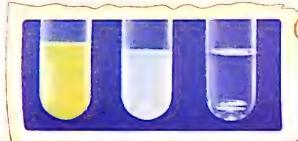
> NaNO_{3(aq)} + AgI_(s) يوديد فضة نترات صوديوم



واسب بود ميد الفضة الأبيض المصفر

NaBr_(aq) + AgNO_{3(aq)} → نترات فضة بروميد صوديوم

> NaNO_{3(aq)} + AgBr_(s) برومید فضة نترات صودیوم



كيف يمكنك التمييزيين هاليدات الفضة (كلوريد الفضة ، بروميد الفضة ، يوديد الفضة) باستخدام محلول النشادر المركز ؟

عند إضافة محلول النشادر المركز إلى هاليدات الفضة يذوب راسب كلوريد الفضة وكذلك راسب بروميد الفضة ولكن ببطء في حين لا يذوب راسب يوديد الفضة.

NO_{3} أنيون النترات



التجربة الله بعما سيعقا

عند إضافة حمض الكبييتيك المركز مع التسخين إلى :

ملح النترات الصلب

تتصاعد أبخرة بنية حمراء من ثانى أكسيد النيتروچين نتيجة لتحلل حمض النيتريك المتكون.

$$2NaNO_{3(s)}$$
 + $H_2SO_{4(l)}$ \xrightarrow{conc} $Na_2SO_{4(aq)}$ + $2HNO_{3(l)}$ $\sim conc$ $\sim conc$

$$^{4}\text{HNO}_{3(l)}$$
 $\xrightarrow{\Delta}$ $^{2}\text{H}_{2}\text{O}_{(l)}$ + $^{4}\text{NO}_{2(g)}$ + $^{0}\text{O}_{2(g)}$ خمض نیتریك النیروچین ماء مصن نیتریك



تزداد كثافة أبخرة NO₂ البنية الحمراء عند إضافة النحاس إلى حمض النيتريك المتكون

تزداد كثافة أبخرة ثاني أكسيد النيتروچين البنية الحمراء الناتحة عن تسخين خليط التفاعل عند إضافة القليل من خراطة النحاس إليه، لتفاعل خراطة النحاس مع حمض النيتريك المركز المتكون، مكونًا المزيد من غاز NO2

التجربة التأكيديث

اختبار الحلقة البلية

عند إضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز -بحرص- على السطح الداخلي لأنبوبة اختبار تحتوي على :

محلول ملح النترات و محلول كبريتات الحديد (II) حديث التحضير



تتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل، تزول بالرج أو التسخين. $2\text{NaNO}_{3(aq)} + 6\text{FeSO}_{4(aq)} + 4\text{H}_2\text{SO}_{4(f)} \xrightarrow{\text{conc}}$ حمض کیریتیك کبریتات حدید (II) نترات صوديوم

$$3 {
m Fe}_2({
m SO}_4)_{3({
m aq})} + {
m Na}_2 {
m SO}_{4({
m aq})} + 4 {
m H}_2 {
m O}_{(\ell)} + 2 {
m NO}_{({
m g})}$$
 (III) کبریتات حدید نیتریك ماه کبریتات صودیوم

ويمكن إجمال الكشف عن مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز في الجدول ائتالي :

ويمكن إجمال الكشـف عن مجموعة انيونات حمض الكبرينيك المرحد في				
NO SIJUII	اليوديد	البرووية علاو	الكلوريد ال	الأنيون
NaNO ₃	NaI	NaBr	NaCl	الملح الملح
تتصاعد أبخرة NO ₂ البنية الحمراء والتي تزداد كثافتها بإضافة خراطة النحاس	يتصاعد غاز HI عديم اللون والذى يتأكسد جزئيًا مكونًا أبخرة بنفسجية تزرق ورقة مبالة بمحلول النشا	يتصاعد غاز HBr عديم اللون والذي يتأكسد جزئيًا مكونًا أبخرة برتقالية حمراء تسبب اصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا	يتصاعد غاز HCl عديم اللون والذي يكون سحب بيضاء مع غاز NH ₃	
_	يتكون راسب أصفر لا يذوب فى محلول النشادر	يتكون راسب أبيض مصفر يصير داكنًا عند تعرضه للضوء ويذوب ببطء فى محلول النشادر المركز	يتكون راسب أبيض يصير بنفسجيًا عند تعرضه للضوء ويذوب في محلول النشادر المركز	AgNO ₃
تتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل تزول بالرج أو التسخين			_	FeSO ₄ حديث التحضير + H ₂ SO ₄ مركز

أداء ذاتى

•	من	کل	بين	عمليًا	تميز	کیف
---	----	----	-----	--------	------	-----

دام محلول نترات الفضة».	كلوريد الصوديوم «باستخا	يتيت الصوديوم و محلول	(١) محلول كبر
	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,		***********
حمض الهيدروكلوريك المخفف	نات الصوديوم «باستخدام	. الصوديوم و ملح بيكربون	(۲) ملح کلورید

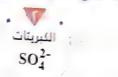
	حمض الهيدروكلوريك المخفف	ات الصوديوم «باستخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتيت الصوديوم و محلول كلوريد الصوديوم «باستخدام محلول نترات الفضة». الصوديوم و ملح بيكربونات الصوديوم «باستخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف

مجموعة أنيونات مدلول كلوريد الباريوم



تشتمل هذه الجموعة على الأنبونين التاليين :







و العدالان الكشية

: بك عر أسوس هذه المجموعة مع أيًّا من عمض الهيدروكلوريك المخفف HCl أو حمض الكبريتيك المركز H2SO4، ميند تعمني معاليل أملاحهما راسب مع محلول كلوريد الباريوم BaCl₂

المحقود لا يمكن الكشف عن أملاح الكبريتات باستخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف. لأرَّ حمض الهينزوكلوريك أقل ثباتًا من حمض الكبريتيك فلا يستطيع طرده من محاليل أملاحه.



التَسْرِيةُ الاساسية محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم

$m SO_4^{2-}$ أُنيون الغيرينات

التجربة الأساسية

عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى:

محلول ملح الكبريتات

يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف

 $2NaCl_{(aq)} + BaSO_{4(s)}$ كبريتات باريوم كلوريد صوديوم



راسب كبريتات الباريوم الأبيض

محلول ملح الفوسفات

يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم

بنوب مي حمض الهينزوكوريك المخفف

2Na₃PO_{4(ag)} + 3BaCl_{2(ag)}-فوسفات صوديوم

> 6NaCl_(aq) + Ba₃(PO₁₂₁ كوريد صومبوه

धित्रा हे विकि



 إنخل أيونات الفوسفات قى تركيب دواء السوقالدي الستضع حاليًا بنجاح في علاج ڤيروس C

التجربة التأكيدية

• عند إضافة محلول اسيتات الرصاص (II) إلى : •

والأسار محلول ملح الكبريتات

يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص (١١)



واسب كبريتات الرصاص (١١) الأبيض

2CH₃COONa_(aq) + PbSO_{4(s)} كبريتات رصاص (۱۱) أسيتات صوديوم عند إضافة محلول نترات الفضة إلى :

محلول ملح الفوسفات

يتكوِّن راسب أصفر من فوسفات الفضة يذوب في كلٍ من محلول النشادر و حمض النيتريك



راسب هوسفات الفضة الأصفر

3NaNO_{3(aq)} + Ag₃PO_{4(s)} فوسفات فضة نترات صوبير

• ويمكن إجمال الكشـف عن مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم في الجدول التالي :

SO_4^2 الكبريثات SO_4^2	الموسفات ٢٠٥١	الأنيون
Na ₂ SO ₄	Na ₃ PO ₄	الملح الملح
يتكون راسب أبيض لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتكون راسب أبيض يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف	BaCl ₂
	يتكون راسب أصفر يذوب فى كل من محلول النشادر و حمض النيتريك	AgNO ₃
يتكون راسب أبيض		(CH ₃ COO) ₂ Pb

• كيف تميزعمليًا بين محلول يوديد الصوديوم و محلول فوسفات الصوديوم، باستخدام محلول نترات الفضة ؟ • ما دور محلول أسيتات الرصاص (II) في التحليل الوصفي ؟

الكشف عن الكاتيونات (الشقوق القاعدية) في المركبات غير العضوية

يعتبر الكشف عن الشقوق القاعدية أكثر تعقيدًا من الكشف عن الشقوق الحامضية للأملاح، لكثرة عدد الشقوق القاعدية وللتداخل فيما بينها، بالإضافة إلى إمكانية وجود الشق الواحد في أكثر من حالة تأكسد،

الأساس العام للكشف عن الكاتيونات

اختلاف ذوبان أملاح الفلزات في الماء وإمكانية فصلها في صورة رواسب.

◄ تقسم الشقوق القاعدية إلى ست مجموعات، تسمى بالمجموعات التحليلية، ولكل منها كاشف معين يسمى بكاشف المجموعة، وسوف يكتفي من هذه المجموعات بدراسة ،

- Ag + كاتيون الفضة
- م كاتيـون الزئبـق +Hg
- . ۳ كاتيون الرصاص (II) Pb²⁺
- كاتيون النحاس (Cu²⁺(II)
- Fe²⁺(II) کاتیون الحدید
- كاتيون الحديد (III) (Fe³⁺
- Al^{3+} كاتيـون الألومنيوم P
- كاتيـون الكالسيوم Ca²⁺

- المجموعة التحليلية الأولى
- ننا المجموعة التحليلية الثانية
- الثالث المجموعة التحليلية الثالثة
- المجموعة التحليلية الخامسة الخامسة

بعض المجموعات التحليليا

كاثيونات المجموعة التطليلية الأولى

من كاتبونات المجموعة التحليلية الأولى:

الفضة (I)

Hg

كاتيون

الزئبق (١)

كاشيف المجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف.

(أساس الكشــف

ترسب كاتيونات المجموعة التحليلية الأولى على هيئة كلوريدات. لأن كلوريدات هذه الكاتيونات شحيحة الذوبان في الماء.



كاتيون الرصاص (II)



كاتيونات المجموعة التحليلية الثانية

من كاتيونات الجموعة التحليلية الثانية :

* كاتيون النحاس (II) Cu²⁺

 $\mathrm{HCl}_{(\mathrm{aq})}$ + $\mathrm{H}_2\mathrm{S}_{(\mathrm{g})}$ خاشـهٔ المجموعة غاز كبريتيد الهيدروچين في وسط حامضي

· (أسياس الكشيف ترسب كاتبونات المجموعة التحليلية الثانية على هيئة كبريتيدات في الوسط الحامضي.

- (طريقة الكشف باذابة الملح في الماء وإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف ليصبح المحلول حامضيًا، ثم يمرر فيه غاز كبريتيد الهيدروچين.

الغشف عِن كَاتِيون النَّحَاسِ (II) الغشف عِن كَاتِيون

عند إضافة قطرات من حمض الهيدروكلوريك الوخفف إلى :

محلول ملح النحاس (II)

ثم إمرار غاز كبريتيد الهيدروچين في المحلول، يتكون راسب أسود من كبريتيد النحاس (II)، يذوب في حمض النيتريك الساخن

راسب كبريتيد النحاس (II) الأسود



كاتيونات المجموعة التطيلية الثالثة

بعض كاتبونات الجموعة التحليلية الثالثة:







(كاشف المجموعة محلول هيدروكسيد الأمونيوم NH₄OH



هيدروكسيدات (عندما لا تكون مختلطة بكاتيونات أخرى).

طريقة الكشف بإذابة الملح في الماء، شم إضافة قطرات من هيدروكسيد الأمونيوم

شاهم القيديو



التجربة الأساسية _ عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى :



محلول ملح الألومنيوم

يتكون راسب أبيض چيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم يدوب في كل من الأحماض المخففة و محلول الصودا الكاوية



راسب هيدروكسيد الألومنيوم الأبيض الجيلاتيني

محلول ملح الحديد (III)

يتكون راسب بنى محمر چيلاتينى من ميدروكسيد الحديد (III) يذوب في الأحماض



راسب هيدروكسيد الحديد (١١١) البني المحمر الجيلاتيني

محلول ملح الحديد (II)

يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد الحديد (II) يتحول إلى أبيض مخضر عند تعرضه للهواء ويذوب في الأحماض



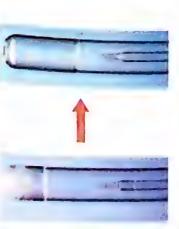
راسب هيدروكسيد الحديد (II) الأبيض المخضر

ال عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى :

محلول ملح الألومنيوم

يتكون راسب أبيض چيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم

3Na₂SO_{4(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)} ميدروكسيد ألومنيوم



ينوب الراسب الأبيض الجيلاتيني من ميدروكسيد الألومنيوم عند إضافة هيدروكسيد الصوديوم إليه يذوب راسب هيدروكسيد الألومنيوم في وفرة من محلول

فيدروكسيد الصوديوم مكونًا ميتًا- ألومينات الصوديوم

صدأ الحديد لونه بني محمر

NaAlO_{2(aq)} + 2H₂O_(l)

محلول ملح الحديد (III)

يتكون راسب بنى محمر چيلاتينى

من ميدروكسيد الحديد (III) من ميدروكسيد الحديد

فيدروكسيد حديد (III) كلوريد صوديوم

كبريتات صوديوم

ميدروكسيد حديد (II)

محلول ملح الحديد (II)

يتكون راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد (II)



معلومة سوف تدرس فال الباب الرابع

يفسسر لون صدأ الحديد البنا الحديد البنا الحديد عملية أكسدة لسطح الحديد وتحوله إلى حديد (II) شم إلى طبقة من هيدروكسيد الحديد (III)

إظا كاتبونات المجموعة التجايلية الخامسة

كانبون Ca²⁺

س فانت ناس المحمد البحليات العادسة . الكالسيوم

 $(\mathrm{NH_4})_2\mathrm{CO}_3$ محلول کرپونات الأمونیوم محلول محلول کرپونات الأمونیوم $(\mathrm{NH_4})_2\mathrm{CO}_3$

(العدادي الكنيات مرسب كاثيونات المجموعة التحليلية الخامسة على هينه كربونات.

(طريقه الكند س يتم الكشف بإذابة الملح في الما ،، ثم إضافة محلول كربوبات الأمونيوم إليه.



عند إضافة محلول كربونات الأمونيوم إلى:

محلول ملح الكالسيوم

يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم.

يذوب راسب كربونات الكالسيوم أسى حمض الهيدروكلوريك المخفف ويذوب أيضًا في الماء المحتوى على غاز ثاني أكسيد الكربون.

$$CaCO_{3(4)} + H_2O_{(f)} + CO_{2(g)} \longrightarrow Ca(HCO_3)_{2(aq)}$$
 $2(aq)$
 $2(aq)$
 $2(aq)$



كربونات الكالسبوم Jane VI

التجربة التأكيدية

عند إضافة حمض الكبريتيك المخفف إلى

محلول ملح الكالسيوم

يتكون راسب أبيض من كبريتات الكالسيوم



الكشف الجاف

للح كالسيوم صلب

كاتبونات الكالسيوم المتطايرة تُكسب لهب

بنزن لون أحمر طوبي

كاتبونات الكالسبوم تلون المنطقة غير العضيئة من لهب بنزن باللون الأحمر الطوبي

 $CaCl_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)}$

حمض هيدروكلوريك كبريتات كالسيوم

ويمكن إجمال الكشف عن الكاتيونات في الجدول التالي :

الخامسية	المجموعة النصاليــة				
الكالسيوم Ca ²⁺	الألومنيوم +Al	قــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	(II) الحديد Fe ²⁺	النحاس (II) Cu ²⁺	الكاتيون
CaCl ₂	Al ₂ (SO ₄) ₃	FeCl ₃	FeSO ₄	CuSO ₄	الملح الملح
				يتكون راسب أسود يذوب فى حمض النيتريك الساخن	HCl + H ₂ S
	يتكون راسب أبيض چيلاتيني يذوب في الأحماض ومحلول الصودا الكاوية	يتكون راسب بنى محمر چيلاتينى يذوب فى الأحماض	يتكون راسب أبيض يتحول إلى الأبيض المخضر عند تعرضه للهواء ويذوب في الأحماض		NH ₄ OH
	يتكون راسب أبيض چيلاتيني يذوب في وفرة من هيدروكسيد الصوديوم	یتکون راسب بنی محمر چیلاتینی	يتكون راسب أبيض مخضر		NaOH
يتكون راسب أبيض يذوب في : • حمض HCl المخفف • الماء المحتوى على CO ₂					(NH ₄) ₂ CO ₃
يتكون راسب أبيض			——————————————————————————————————————	_	H ₂ SO ₄
يعطى لون أحمر طوبي			_	_	الكشف الجاف

نمايه اليساب إلى

تراكم معرفى

مراجعة المفاهيم و القوانين السابق دراستها ، ولها علاقة بهذا الدرس

🕥 للول هو كمية المادة التي تحتوي على عدد أڤوجادرو من الجسيمات (جزيئات أو وحدات صبغة أو ذرات أو أيونات أو إلكترونات).

الكتلة المولية هي مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة في تركيب جزيء الركب التساهمي أو وحدة صيغة الركب الأيوني، مقدرة بوحدة (g/mol).

 $20_{2(g)}$







 $2H_{2}O_{(v)}$ 2 mol من جزيئات بخار الماء تحتوى على

> 4 mol من ذرات الهيدروچين

2 mol من نرات الأكسچين

 $CO_{2(g)}$ 1 mol

من جزيئات ثانى أكسيد الكربون

يحتوى على

1 mol من ذرات الكربون

2 mol من ذرات الأكسچين

CO

 $= 12 + (16 \times 2)$

= 44 g/mol

الكتلة المولية من الكثلة المولية من

 H_2O $= (1 \times 2) + 16$ = 18 g/mol

1 mol 2 mol من جزيئات من جزيئات الميثان الأكسجين يحتوى على تحتوى على 1 mol 4 mol من ذرات الكربون من ذرات الأكسچين + 4 mol من ذرات الهيدروچين الكتلة المولية من الكتلة المولية من CH_A 0, $= 12 + (1 \times 4)$ $= (16 \times 2)$

= 32 g/mol

 $CH_{4(g)}$

 $= 16 \, \text{g/mol}$





وثيال

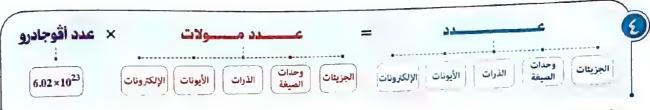
$$[Na = 23, Cl = 35.5]$$

احسب عدد مولات كلوريد الصوديوم الموجودة في عينة منه كتلتها g 234

الحـــل

الكتلة المولية من مركب كلوريد الصوديوم NaCl = 35.5 + 23 = NaCl

$$4 \text{ mol} = \frac{234}{58.5} = \frac{234}{1000} = \frac{234}{1000} = \frac{234}{1000}$$
عدد مولات NaCl عدد مولات



وثيال

$$[H = 1, O = 16]$$

احسب عدد ذرات الأكسچين الموجودة في 1.8 g من الماء.

الحـــل

 $18 \text{ g/mol} = 16 + (2 \times 1) = \text{H}_2\text{O}$ الكتلة المولية من الماء

$$0.1 \; \mathrm{mol} = \frac{1.8}{18} = \frac{$$
عدد مولات $\mathrm{H}_2\mathrm{O}$ عدد مولات المكتلة المولية من المادة

$$H_2O \longrightarrow 2H + O$$

1 mol

1 mol

0.1 mol

? mol

$$0.1 \text{ mol} = \frac{0.1 \times 1}{1} = 2$$
عدد مولات ذرات الأكسچين

عدد ذرات الأكسچين = عدد مولات ذرات الأكسچين × عدد أڤوجادرو

 0.602×10^{23} atom = $6.02 \times 10^{23} \times 0.1$ =

(at STP) 22.4 × عدد مولات الغاز (L/mol) (mol) (L)

0

مثال 🕦

احسب حجم 0.4 mol من غاز الأكسچين (at STP).

الحسال

 $8.96~\mathrm{L} = 22.4 \times 0.4 = 22.4 \times 14$ حجم غاز O_2 عدد مولات الغاز

وثال 🕜

احسب حجم غاز ثانى أكسيد الكربون المتصاعد (at STP) عند ذوبان g من كربونات الكالسيوم في وفرة من حمض الهيدروكلوريك. [Ca = 40, C = 12, O = 16]

الحـــل

100 g/mol = (3 × 16) + 12 + 40 = CaCO₃ الكتلة المولية من كربونات الكالسيوم

 $0.5 \; \mathrm{mol} = \frac{50}{100} = \frac{200}{100}$ عدد مولات $\mathrm{CaCO_3}$ عدد مولات

 $CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$

1 mol

1 mol

0.5 mol

? mol

 $0.5 \; \mathrm{mol} = \frac{0.5}{1} = \mathrm{CO}_2$ عدد مولات

حجم غاز CO₂ عدد مولات الغاز × 22.4 × عدد مولات الغاز × 11.2 L = 22.4 × 0.5

(at STP) $\frac{(g/mol)}{22.4 \, (L/mol)} = (g/L)$ عثاقة الغاز

وثيال

[O = 16]

احسب كثافة غاز الأكسچين في الظروف القياسية (at STP).

الحــــل

 $32 \text{ g/mol} = 2 \times 16 = O_2$ الكتلة المولية من غاز الأكسچين

 $1.4286 \text{ g/L} = \frac{32}{22.4} = \frac{11215 \text{ الكتلة المولية}}{22.4} = \frac{32}{22.4}$

مَوْمُينِ عَوْلَانِ أَلَّا * عَنْدَ عَوِلَانَ لَلْمُعِنْ (١٠) * عَنْدُ عَوْلُونَ (١٠) * وَمِنْ الْمُعْلِقُ (١٠)



مثال

التسسل

الكتة الولية عن عيروكسيد عموميوء المنافظة = 15 - 15 - 15 - 15 عن عيروكسيد

1).25 L =
$$\frac{250}{1500}$$
 = (L) Lees 1 equal 1

$$M = 1 \text{ max.} 1. = \frac{0.25}{0.25} = \frac{(mx_0)}{(1.2)} = \frac{0.25}{0.25} = \frac{0.2$$

$100\% imes rac{(g/mol)}{(g/mol)}$ النسبة المنوية الكتلبة المستحر في مرقب $= rac{2(mol)}{mol} imes rac{2(mol)}{mol)}$



74-150,0-16.

احسب النسبة المنوية السّبة للحديد في خاء الهيمانيت وبفرض خدّائه».

الحسل

$$Fe_2O_3$$
 \longrightarrow 2Fe

1 mol 2 mol

$$(55.8 \times 2) + (16 \times 3) = 2 \times 55.8 =$$

159.6 g/mol 111.6 g/mol

$$69.9\% = 100\% \times \frac{111.6}{159.6} =$$

$100\% \times \frac{(g)}{(g)}$ كتلة المركب في العينة $\frac{(g)}{(g)}$ كتلة المركب في العينة غير النقية $\frac{(g)}{(g)}$



وثيال

احسب النسبة المثوية لمركب ${\rm Fe_3O_4}$ في خام المجنتيت، إذا علمت إنه عند معالجة ${\rm g}$ 0.5 من الخام بطريقة معينة، [Fe = 55.8 , O = 16]

$$\begin{array}{rcl}
2\text{Fe}_{3}\text{O}_{4(s)} & + & \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} & \longrightarrow & 3\text{Fe}_{2}\text{O}_{3(s)} \\
2 \text{ mol} & & & 3 \text{ mol} \\
2\left((55.8 \times 3) + (16 \times 4)\right) = & & 3\left((55.8 \times 2) + (16 \times 3)\right) = \\
462.8 \text{ g} & & & 478.8 \text{ g} \\
? \text{ g} & & & 0.362 \text{ g}
\end{array}$$

$$0.35~{
m g}=rac{462.8\times0.362}{478.8}=$$
 كتلة ${
m Fe}_3{
m O}_4$ في خام المجنتيت $=$ كتلة المركب في العينة ${
m Fe}_3{
m O}_4$ النسبة المئوية لمركب ${
m Fe}_3{
m O}_4$ في المجنتيت $=$ كتلة العينة غير النقية ${
m Fe}_3{
m O}_4$ حريد ${
m Fe}_3{
m O}_4$ = ${
m Toward}$

التحليل الكيميائس الكمس



التحليل و التحليل الكمى الكمى الحمى الكتلى

🖈 يصنف التحليل الكمى إلى قسمين أساسيين. هما ،

ولا التحليل الكمى الحجمى

- ▶ يعتمد التحليل الكمى الحجمى على عملية تعيين تركيز محلول حامضى (أو قاعدى) بمعلومية الحجم اللازم منه للتعادل مع محلول آخر قاعدى (أو حامضى) معلوم الحجم والتركيز وهو ما يعرف بالعايرة.
- وفيها يتم قياس الحجم المستهلك من محلول مادة معلومة التركير عند معايرته (تفاعله تمامًا) مع حجم معلوم من محلول مادة أخرى مجهولة التركيز، ويعرف المحلول معلوم التركيز المستخدم بالمحلول القياسي.



معايرة حمض و قاعدة

وتختلف المحاليل القياسية المستخدمة في عمليات المعايرة، تبعًا لنوع التفاعل الحادث بين محلولي المادتين، ومن هذه التفاعلات :

تفاعلات الأكسدة و الاختــزال

التفاعلات التى يحدث فيها تغير فى أعداد تأكسد بعض المواد المتفاعلة ويكون المحلول القياسى فيها إما عامل مؤكسد مثل: محلول 8MnO4 أو عامل مختزل مثل: محلول 8nnO2

🕡 تفاعالات الترسيب

تفاعلات اتحاد الأيونات (عدا +OH⁻, H⁺) التى تعطى نواتج شحيحة الذوبان في الماء (رواسب)

تفاعلات التعادل

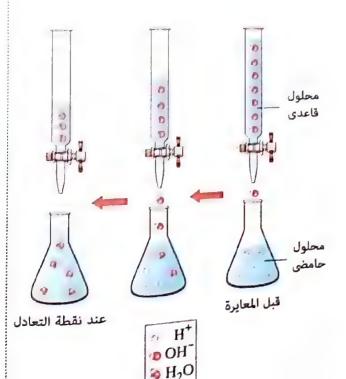
يتضمن هذا النوع

• تفاعلات معايرة مدلول حامضي مثل HCl بمحلول قياسي لقاعدة، مثل NaOH أو Na₂CO₃



• تفاعلات معايرة محلول قاعدى مثل KOH بمحلول قياسى لحمض، مثل H₂SO₄

وفسسى أى مسن حالتسسى التعادل يتحدد أيون +H من المحلول الحامضى مع أيون -OH من المحلول القاعدى لتكوين جزىء ماء وعند تمام تفاعل الحمض مع القاعدة يصل المحلول إلى نقطة التعادل وهي النقطة التي يتم عندها تمام تفاعل التعادل بين الحمض و القاعدة.



، وللتعرف على نقطة انتهاء التفاعل (نقطة التعادل) بين الحمض والقاعدة تُستخدم الأدلة الكيميائية.



هي مواد كيميائية تستخدم لتحديد نقطة التعادل حيث يتغير لونها بتغير نوع وسط التفاعل.

ويوضع الجدول الآتى بعض الأدلة المستخدمة في تفاعلات التعادل :

یستخدم فی معایرة	اللون في الوسط القاعدي	اللون في الوسط الحامضي	اللون في الوسط المتعادل	الدليل
حمض قوى مع قاعدة ضعيفة	أصفر	أحمر	برتقالی	الميثيل البرتقالي الميثيل البرتقالي الميثيل البرتقالي الميثيل البرتقالي
حمض ضعيف مع قاعدة قوية	أحمر وردى	عديم اللون	عديم اللون	الفينولفثالين وينو كور كور كور كور كور كور كور كور كور كو
حمض قوى	أندق	أحمر	ر جوانی	عباد الشمس الأربية الأربية شاحد النسو
مع قاعدة قوية	أزرق	أصفر	أخضر فاتح	ازرق بروموٹیمول

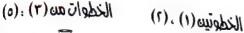
ال فسـر:

- (١) لا يستخدم دليل الفينولفثالين في الكشف عن الأحماض. لأنه يظل عديم اللون في الوسط الحامضي.
- (٢) لا يستخدم محلول قاعدى فى التمييز بين دليل عباد الشمس ودليل أزرق بروموثيمول. لأنه يتلون مع كل من الدليلين باللون الأزرق.
 - (٣) يفضل استخدام دليل عباد الشمس أو أزرق بروموثيمول عند معايرة محلول هيدروكسيد الصوديوم بحمض الهيدروكلوريك. لأن كل من الدليلين يستخدمان في معايرة حمض قوى مع قاعدة قوية.



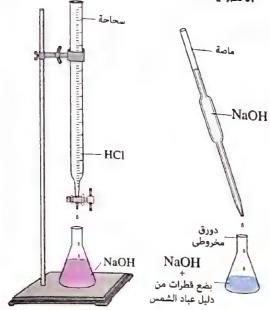
تعيين تركيز محلول معلوم الحجم من هيدروكسيد الصوديوم معايرته محلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك.







- من محلول هيدروكسيد الصوديوم القاعدي عنقسل 25 mL - مجهول التركيز - إلى دورق مخروطي باستخدام ماصة.
- تضاف بضع قطرات من دليل مناسب (عباد الشمس أو أزرق بروموثيمول) إلى الدورق، فيتلون المحلول باللون الأزرق.
- 🕡 تملأ السحاحة بمحلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك (0.1 M).
- ₹ يتم تنقيط (تسحيح) محلول الحمض تدريحيًا في المحلول القاعدي، حتى يتغير لون المحلول مشيرًا إلى انتهاء التفاعل (نقطة التعادل) (من الأزرق إلى الأرجواني في حالة دليل عباد الشمس أو
- من الأزرق إلى الأخضر الفاتح في حالة دليل أزرق بروموثيمول).



يصبح لون المحلول أرجواني عند نقطة التعادل

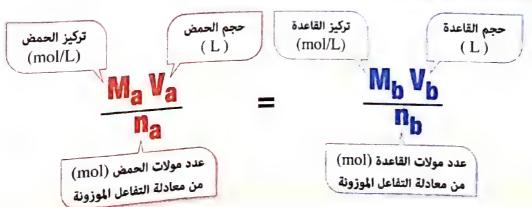
- و يعين حجم حمض الهيدروكلوريك المستهلك عند نقطة التعادل، وليكن في هذا التفاعل 21 mL
- ﴿ وَبِعِدْ تَمَامُ عَمَلِيةً الْمُعَايِرِةُ، يَتُمْ حَسَابٌ كَفِيةَ الْفَادَةُ الْمُرَادُ تَقْدِيرُهَا، بدلالة
- حجم المحلول القياسي المستهلك. قوانين الحسابات الكيميائية.

• الحسانات

• تكتب معادلة التفاعل بصورة رمزية موزونة، لمعرفة النسبة بين عدد مولات كل من الحمض acid والقاعدة base المتفاعلين.

$$HCl_{(aq)}$$
 + $NaOH_{(aq)}$ \longrightarrow $NaCl_{(aq)}$ + $H_2O_{(\ell)}$
1 mol 1 mol

يتم تعيين تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم من العلاقة التالية :



وعطيات العملية

عدد المولات من المعادلة الموزونة	الدجم	التركيز	
$n_a = 1 \text{ mol}$	$V_a = 21 \text{ mL} = \frac{21}{1000} = 0.021 \text{ L}$		المحلول الحامض
$n_{ij} = 1 \text{ mol}$	$V_8 = 25 \text{ mL} = \frac{25}{1000} = 0.025 \text{ L}$	M ₅ = ? M	المدلول القاعدي

$$\therefore \frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\therefore M_b = \frac{M_a V_a n_b}{V_b n_a} = \frac{0.1 \times 0.021 \times 1}{0.025 \times 1} = 0.084 \text{ M}$$

• يتم حساب كتلة مادة Na()H المذابة في محلول هيدروكسيد الصوديوم، كالتالي :

.. عدد مولات NaOH = التركيز المولاري (M) × حجم المحلول (L)

$$0.0021 \text{ mol} = 0.025 \times 0.084 =$$

الكتلة المولية عن NaOH + 16 + 23 = NaOH الكتلة المولية

. كُلَّةَ المَادَةُ المَدَابَةِ فِي المُحلول (g) = عند المولات (mol) × الكُلَّةُ المُولِيَّةِ مِنَ المَادَةُ (mol) * الكُلَّةُ المُولِيَّةِ مِنَ المَادَةُ (mol) *

$$0.084 g = 40 \times 0.0021 =$$

مثيال 🛈

احسب التركيان المولاري لمطول هيدروكسيد الكالسيود الذي يلزء لمعايارة 20 mL منه 25 mL من الحسب التركيان المولاري لمحلول هيدروكسيد الكالسيود المذي يلزء لمعايارة 20 mL منه 25 مس حصض الهيدروكوريك تركيزه (0.5 M).

الدلل

Ca(OH)_{2/aq)} + 2HCl_(aq)
$$\longrightarrow$$
 CaCl_{2/aq)} + 2H₂O_(l)
 $n_a = 2 \text{ mol}$ $V_a = 25 \text{ mL} = 0.025 \text{ L}$ $M_a = 0.5 \text{ M}$
 $n_b = 1 \text{ mol}$ $V_b = 20 \text{ mL} = 0.02 \text{ L}$ $M_b = ? \text{ M}$

$$\therefore \frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b} \qquad \therefore M_b = \frac{M_a V_a n_b}{V_b n_a} = \frac{0.5 \times 0.025 \times 1}{0.02 \times 2} = 0.3125 \text{ M}$$

2

مثال 🕜

احسب حجم حمض الهيدروكلوريك M 0.1 M اللازم لمعايرة 20 mL من محلول كربونات الصوديوم M 0.5 M حتى تمام التفاعل.

الحسيل

$$Na_2CO_3$$
 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2

$$n_a = 2 \text{ mol}$$
 $V_a = ? L$ $M_a = 0.1 \text{ M}$
 $n_b = 1 \text{ mol}$ $V_b = 20 \text{ mL} = 0.02 \text{ L}$ $M_b = 0.5 \text{ M}$

$$\therefore \frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b} \qquad \qquad \therefore V_a = \frac{M_b V_b n_a}{M_a n_b} = \frac{0.5 \times 0.02 \times 2}{0.1 \times 1} = 0.2 L$$

مثال 🕜

 $47 \, \text{mL}$ مقداره $0.08 \, \text{M}$ مقداره $0.08 \, \text{M}$ نرم لمعايرة $0.08 \, \text{M}$ مقداره $0.08 \, \text{mL}$ مقداره $0.08 \, \text{mL}$ احسب كل مما يأتى :

- (١) التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم.
- (r) كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة في 250 mL من هذا المحلول.

الحـــل

(1)

$$2NaOH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

$$n_a = 1 \text{ mol} \qquad (V_a = 47 \text{ mL} = 0.047 \text{ L}) \qquad M_a = 0.08 \text{ M}$$

$$n_b = 2 \text{ mol} \qquad (V_b = 25 \text{ mL} = 0.025 \text{ L}) \qquad M_b = ? \text{ M}$$

$$M_b = \frac{M_a V_a n_b}{V_b n_a} = \frac{0.08 \times 0.047 \times 2}{0.025 \times 1} = 0.3 \text{ M}$$

(L) عدد المولات (mol) = التركيز المولارى (M) × الحجم (τ)

$$0.075 \text{ mol} = 0.25 \times 0.3 = \text{NaOH}$$
 عدد مولات ...

الكتلة المولية من NaOH = 1 + 16 + 23 = NaOH الكتلة المولية من

كتلة المادة (g) = عدد المولات (mol) × الكتلة المولية من المادة (g/mol)

 $3~g=40\times0.075=3$ الذابة في NaOH من المحلول NaOH الذابة المحلول المحل

مثيال 🔞

الصوبيوم في مخلوط يحتوى على هيدروكسيد الصوبيوم في مخلوط يحتوى على هيدروكسيد الصوبيوم $0.1~\mathrm{M}$ النسبة المؤود الما $10~\mathrm{mL}$ عن المخلوط $10~\mathrm{mL}$ عن المخلوط أذا علمت أنه يلزم لمعايرة $10~\mathrm{mL}$ عن المخلوط $10~\mathrm{mL}$ عن $10~\mathrm{mL}$ عن 10

$$NaOH_{(aq)}$$
 + $HCl_{(aq)}$ \longrightarrow $NaCl_{(aq)}$ + $H_2O_{(\ell)}$ \longrightarrow $n_a = 1 \text{ mol}$ $V_a = 10 \text{ mL} = 0.01 \text{ L}$ $M_a = 0.1 \text{ M}$ $NaCl_{(aq)}$ + $M_b = 2 \text{ M}$

 $\frac{(\text{mol})}{(L)}$ عدد المولات $\frac{(M)}{(L)}$ = المحم $\frac{(M)}{(L)}$

 $0.001 \; \mathrm{mol} = 0.01 \times 0.1 = (L)$ المجم (M) المجم المتفاعلة = التركيز (M) المجم المتفاعلة = التركيز (M) مولات الحمض المتفاعلة = التركيز (M) المجم

· عدد مولات الحمض = عدد مولات القاعدة «من المعادلة الرمزية الموزونة»

.. عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم = 0.001 mol

الكتلة المولية من NaOH + 10 g/mol = 1 + 16 + 23 = NaOH

· كتلة المادة (g) = عدد المولات (mol) × الكتلة المولية من المادة (g/mol)

 $0.04~{
m g} = 40 \times 0.001 = 3$ ن. كتلة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط

· النسبة المنوية الكتلية = كتلة المركب في المخلوط × 100% ·

 $40\% = 100\% \times \frac{0.04}{0.1}$ = النسبة المئوية الكتلية لمركب NaOH في المخلوط

مثيال 💿

أضيف 25 mL عن محلول كربونات الصوديوم تركيزه M 0.3 إلى 25 mL عن حمض الهيدروكلوريك تركيزه M 0.4 M ما المادة الزائدة ؟ وما عدد مولاتها المتبقية بدون تفاعل ؟

$$Na_2CO_{3(aq)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$
1 mol 2 mol

$$n_a = 2 \text{ mol}$$
 $V_a = 25 \text{ mL} = 0.025 \text{ L}$ $M_a = 0.4 \text{ M}$
 $n_b = 1 \text{ mol}$ $V_b = 25 \text{ mL} = 0.025 \text{ L}$ $M_b = 0.3 \text{ M}$

عدد مولات القاعدة النهائية عدد مولات الحمض النهائية
$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{0.4 \times 0.025}{2}$$
 $\frac{M_b V_b}{n_b} = \frac{0.3 \times 0.025}{1}$ = 0.0075 mol

.. المادة الزائدة هي Na2CO3 / لأن (عدد مولات القاعدة > عدد مولات الحمض).

0.0025 mol = 0.005 - 0.0075 = عدد المولات المتبقية

ثانيًا التحليل العُمى العُتلى

تعتمد عملية التحليل الكمى الكتلى على فصل المادة المراد تقديرها، ثم حساب كتلتها باستخدام قوانين الحساب الكيميائي.

يتم فصل المادة المراد حساب كميتها (كتلتها) بعدة طرق، منها :







التحليل الكمس الكتلب بطريقة التطاير

- تعتمد هذه الطريقة على تسخين مادة معلومة الكتلة في الهواء،
 ثم حساب كتلة العنصر أو المركب المتطاير، عن طريق:
 - جمع المادة المتطايرة وتعيين كتلتها.

(ie)

• حساب مقدار النقص في كتلة المادة الأصلية قبل وبعد عملية التطاير.

وتستخدم هذه الطريقة - غالبًا - في : *

- تعيين كتلة مادة غير متهدرتة
 - تعيين النسبة المئوية لماء التهدرت (التبلر) في عينة المادة المتهدرتة، كالتالي :
 - ◄ نحسب أولًا كتلة ماء التبلر في عينة المادة المتهدرية من القانون التالي :

كتلة ماء التبلر في العينة = كتلة المادة المتهدرتة -- كتلة المادة غير المتهدرتة « وقبات الكتلة المنخين وثبات الكتلة «

◄ ثم النسبة المئوية لماء التبار في عينة المادة المتهدرتة من القانون التالى :

النسبة المنوية لماء التبلر = كتلة ماء التبلر في عينة المادة المتصدرتة (g) النسبة المنوية لماء التبلر = كتلة عينة المادة المتصدرتة (g)

و تعيين الصيغ الجزيئية للأملاح المتهدرتة (المادة المتبلرة)، من الحسابات الكيميائية التالية :

المادة غير المتهدرتة	• (H ₂ ()) ماء التبلير • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	
(x) g/mol	$(1 \times 2) + 16 = 18 \text{ g/mol}$	الكتلة المولية
كتلة المادة غير المتهدرتة (g) الكتلة المولية من المادة (x g/mol)	كتلة ماء التبلر في العينة (g) الكتلة المولية من ماء التبلر (18 g/mol)	عدد المولات
عدد مولات المادة غير المتهدرتة عدد المولات الأصغر	عدد مولات ماء التبلر عدد المولات الأصغر من العلاقة السا	نسبة عدد المولات

ومن النسبة بين عدد مولات كل من (ماء التبلر والمادة غير المتهدرتة) يمكن تعيين الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت.

مثال 🛈

وم التسخير الشديد لعينة من ملح كوريد الباريوم المتهدرت كتلتها 2.6903 g ثبتت الكتلة عند Ba = 137, Cl = 35.5, H = 1, O = 16]

(:) النسبة المنوية لماء التبلر في الملح المتهذرت.

(١) الصيغة الجزيئية للملج المتهدرت.

الحسيل

0.398 g = 2.2923 - 2.6903 = كتلة المادة المتهدرية – كتلة المادة غير المتهدرية = <math>2.6903 - 2.6903 = 10.398 المنسبة المنوية لماء المتبلز = $\frac{21.79\%}{2.6903} = \frac{0.398}{2.6903} = \frac{100\%}{(g)} \times \frac{(g)}{(g)}$

BaCl ₂	H ₂ O	- Comme
2.2923 g	0.398 g	كثمة المادة
$137 + (35.5 \times 2) = 208 \text{ g/mol}$	$(1 \times 2) + 16 = 18 \text{ g/mol}$	الكتلة المولية
$\frac{2.2923}{208} = 0.011 \text{ mol}$	$\frac{0.398}{18} = 0.022 \text{ mol}$	عدد المولات
$\frac{0.011}{0.011} = 1$	$\frac{0.022}{0.011} = 2$	نسبة عدد المولات

ن الصيغة الجزيئية لملح كلوريد الباريوم المتهدرت: BaCl₂.2H₂O

مثال 🕜

نحسب عدد مولات ماء التبلز في المول من ملح كبريتات الماغنسيوم المتهدرت، إذا علمت أن عينة منه تحتوى المg = 24, S = 32, H = 1, O = 16]

لحـــل

النسبة المئوية للملح غير المتهدرت = 100 - 51.16 = 48.84%

MgSO ₄	H_2O	
48.84 g	51.16 g	كتلة للادة
$24 + 32 + (16 \times 4) = 120 \text{ g/mol}$	$(1 \times 2) + 16 = 18 \text{ g/mol}$	الكتلة المولية
$\frac{48.84}{120} = 0.407 \text{ mol}$	$\frac{51.16}{18}$ = 2.84 mol	عدد المولات
$\frac{0.407}{0.407} = 1$	$\frac{2.84}{0.407} = 7$	نسبة عدد المولات

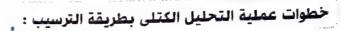
· الصيغة الجزيئية لملح كبريتات الماغنسيوم المتهدرت: MgSO4.7H2O

م. عدد مولات ماء النبار في المول الواحد من كبريتات الماغنسيوم المتهدرت = 7 mol



التحليل الغمس الكتلس بطريقة الترسيب

◄ تعتمـد هذه الطريقة على ترسـيب المادة المـراد تقديرها (مركب أو عنصر)، ثم حساب كتلتها.



- مرسب المادة المراد تقديرها من محلول العينة على هيئة مركب نقى شحيح الذوبان في الماء، له صيغة كيميائية معروفة ثابتة.
- وقة ترشيح عديمة المتكون بالترشيح على ورقة ترشيح عديمة الرماد وهي عبارة عن نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقًا كاملًا، دون ترك أي رماد.
- تنقل ورقة الترشيح وعليها الراسب في بوتقة احتراق وتُصرق تمامًا، حتى تتطاير مكونات ورقة الترشيح، ويبقى الراسب فقط.
- ومنه يمكن حساب كتلة الراسب، ومنه يمكن حساب كتلة المركب 💽 أو العنصر المراد تقديره على أساس المعادلة الكيميائية الرمزية المورونة.





واسب على ورقة ترشيح عديمة الرعد



حرق ورفية الترشيح في تسويقة

? g



احسب كتلة مادة كلوريد الباريوم المذابة في محلول كلوريد الباريوم، إذا علمت أنه عند إضافة محلول كبريتات الصوديوم إليه بوفرة، يترسب g 2 من كبريتات الباريوم. g 32.0 = 161 كبريتات الصوديوم إليه بوفرة، يترسب

الحـــل

 $208 \text{ g/mol} = (2 \times 35.5) + 137 = \text{BaCl}_2$ الكتلة المولية من مركب $233 \text{ g/mol} = (4 \times 16) + 32 + 137 = \text{BaSO}_4$ الكتلة المولية من مركب + $BaSO_{4(s)}$

+ $Na_2SO_{4(aq)}$ \longrightarrow $2NaCl_{(aq)}$ BaCl_{2(aq)} 1 mol 1 mol

233 g/mol

2g

208 g/mol

 $1.785 \text{ g} = \frac{2 \times 208}{233} = \text{BaCl}_2$ في محلولها = BaCl في محلولها ::

مثال ٥

النيب المحدد المعاود يود غير المنقو فسو الماء وأضيف إليه وعرة من نترات العضة فترسب A.628 g من كوريد المعضة المدود عبر المنقو فسو الماء وأضيف إليه وعرة من نترات العضة فترسب [Ag = 108, Cl = 35.5, Na = 23]

مسية سُؤية سكوريد معوديوه في معيدة.

٠ نسبة كور ني رهيدة.

لتسل

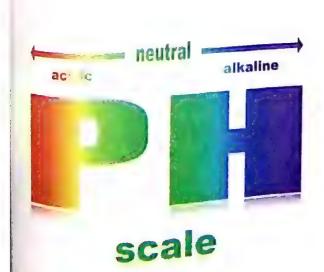
$$1.887 \text{ g} = \frac{4.628 \times 58.5}{143.5} = \text{NaCl sale} = 1.887 \text{ sale} = 1$$

$$1.145 \text{ g} = \frac{1.887 \times 35.5}{58.5} = كتة أيونات الكلوريد :$$

و 3 ق

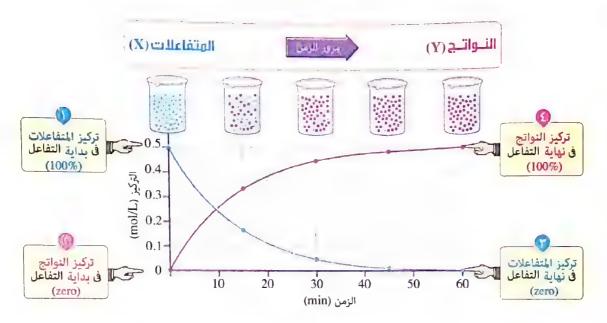
- الدرس الأول
- الدرس الثاني
- الدرس الثالث
- الدرس الرابع

- من بدايــــة البــــاب.
- الى ما قبل العوامل المؤثرة على اتزان التفاعلات الكيميائية.
 - من العوامل المؤثرة على اتزان التفاعلات الكيميائية.
 - الى ما قبل الاتزان الأيوني.
 - من الاتزان الأيوني.
 - إلى ما قبل التحلل المائي للأملاح.
 - من التحلل المائي للأملاح.
 - الى نهاية البـــاب.



مفهوم سبعة (طعم) التفاعل الكيميائي

، الشكل البياني التالي يعبر عن مفهوم سرعة التفاعل الكيميائي :



ومن الشكل البيــاني يتضح أن :

في بداية التفاعل

یکون ترکیز النواتج اقـل ما یمکــن (zero)

يكون تركيز المتفاعلات اكبر ما يمكن (بنسبة 100%)

بمــرور الـزمـــن

يقل تركيز المتفاعلات يزداد تركيز النواتج

في نهاية التفاعل

يصبح تركيز المتفاعلات يصبح تركيز النواتج الله (zero) تقريبًا الله ما يمكن (بنسبة 100%) تقريبًا



· سرعة التفاعل الكيميائي هي مقدار التغير في تركيز المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة عن التفاعل في وحدة الزمن.

★ درجة الغليان هي درجة الحرارة التي يتساوى عندها الضغط البخاري للسائل مع الضغط الجوى المعتاد.

الأنظمة المتزنة

تتميــز كل الأنظمة الموجودة في الكون بالتوازن الدقيق بين عناصرها المختلفة

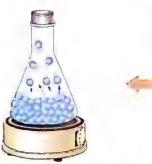


١ الديران عن الديطيمة الشيريانية

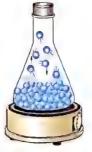
من

الی

 إذا وضع مقدار من الماء في إناء مغلق على موقد، فعند درجة الغليان تنشئ حالة من الاتــزان الديناهيكي بين عمليتين متضادتين (متعاكستين)، هما عمليتي التبخر و التكاثف، كالتالى:



وعند تساوى عدد جزيئات الماء المتبخرة مع عدد جزيئات الماء المتكاثفة، تنشأ حالة من الاترّان يكون فيها معدل عملية التبخر مساويًا لمعدل عملية التكاثف ويمثل ذلك على النحو التالي: H₂O_(/) بخر H₂O_(v)

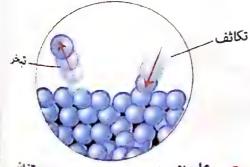


وتستمر عملية التبخر مع بدء حدوث عملية التكاثف حتى يتساوى الضغط البخاري مع ضغط بخار الماء المشبع وهو أقصى ضغط لبخار الماء يمكن أن يتواجد في الهواء عند درجة حرارة معينة



عند بدء عملية التسخين تكون عملية التبخرهي السائدة وتكون مصحوبة بزيادة في الضغط البخاري للماء وهو ضغط بخار الماء الموجود في الهواء عند درجة حرارة معينة

> 🆨 في ضوء ما سبق يمكن تعريــف النظام الساكن على الستوي المرثي و الديناميكي على المستوى غير المرثي بالنظام المتزن.



على المستوى غير المرئى هناك اتذان ديناميكي بين عمليتي التبخر والتكاثف



على المستوى المرثى يبدو سطح السائل ساكتًا

يوجد نوعان من التفاعلات الكيميائية، هما :

ر أمثلة ٠



🚮 تفاعلات تامة (غير انعكاسية)

هي تفاعلات تسير في اتجاه واحدغالبًا (الاتجاه الطردي) حيث يصعب على المواد الناتجة التي تحتوي على غازات أو رواسب أن تتحد مع بعضها لتكوين المواد التفاعلة في نفس ظروف إجراء التفاعل

$$A + B \longrightarrow C + D$$



🥥 تفاعلات انعكاسية

هي تفاعلات تسير في كل من الاتجاهين(الطردي و العكسي)، حيث تظل المواد المتفاعلة والمواد الناتجــة موجودة باستمرار في حيز التفاعل في نـفـس ظـروف إجــراء التفاعل

$$X + Y \xrightarrow{d_{CL_2}} Z + W$$

◊ تفاعل الماغنسيوم مع حمض الهيدروكلوريك المخفف لتكوين غاز الهيدروجين

$$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

غاز کلورید ماغنسیوم ماغنسیوم ماغنسیوم میروکلوریك

ماغنسيوم

CH₃COOC₂H_{5(aq)} + H₂O_(l) تفاعل محلول كلوريد الصوديوم مع محلول نترات الفضة لتكوين راسب أبيض من كلوريد الفضة.

تفاعل حمض الأسبيتيك (حمض الخليك) مع الكحول الإيثيلي لتكوين إستر أسيتات (خلات) الإيثيل وماء. $CH_3COOH_{(l)} + C_2H_5OH_{(l)} =$

$$CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$
ماء إستر أسيتات الإيثيل



حمض الأسيتيك يحمر ورقة عياد الشمس الزرقاء

بم تفسر: كان من المتوقع عند اختبار محلول تفاعل حمض الأسيتيك مع الكحول الإيثيلي بورقة عباد شمس زرقاء ألا يتغير لونها على أساس أنّ المواد الناتجة متعادلة التأثير، إلا أن لون ورقة عباد الشمس يتحول إلى اللون الأحمر، وهو ما يعنى حموضة خليط التفاعل.

 $NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)}$ —

- * التفسير : تفاعل حمض الأسيتيك مع الكحول الإيثيلي ليس من التفاعلات التامة ولكنه من التفاعلات الانعكاسية التي تسير في كل من الاتجاهين:
 - * التفاعل الطردي :

 $CH_3COOH_{(f)} + C_2H_5OH_{(f)} \longrightarrow CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(f)}$

* التفاعل العكسى:

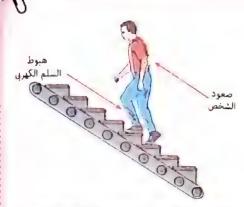
 $CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow CH_3COOH_{(aq)} + C_2H_5OH_{(aq)}$

وبالتالي فإن كل من المواد المتفاعلة (ومنها حمض الخليك) والمواد الناتجة تظل باستمرار في حير التفاعل، وهو ما يفسر حموضة خليط التفاعل.

فی ضوء ما سبق یمکن استنتاج أن :

الاتزان الكيميائي في التفاعلات الانعكاسية هو نظام ديناميكي بحدث عند تساوى معدل التفاعل الطردي مع معدل الاتزان الكيميائي في التفاعلة والمواد الناتجة موجودة التفاعل العكسي وثبات تركيز المتفاعلات والنواتج، ويظل الاتزان قائمًا طالمًا كانت جميع المواد المتفاعلة والمواد الناتجة موجودة في حيز التفاعل، ومادامت ظروف التفاعل ثابتة.

مارحظات



يظل الشخص في موضعه (حاثة الاتزان) عند تساوى سرعة صعوده مع سرعة هيوط السلم الكهربي

- * وصول التفاعل إلى حالة الاتزان قد يكون بطيئًا أو سريعًا .
- * الوصول إلى حالة الاتران لا يعنى توقف التفاعل ولكن استمراره في كل من الاتجاهين الطردي والعكسي بنفس السرعة.
- * خروج أحد المتفاعلات أو النواتج من حيز التفاعل يعنى توقف التفاعل (تفاعل تام).

منال

انكر نوع كل من التفاعلات الأتية (تام أم انعكاسي)، مع بيان السبب:

(1)
$$2AgNO_{3(aq)} + BaCl_{2(aq)} = 2AgCl_{(s)} + Ba(NO_3)_{2(aq)}$$

(2)
$$\text{FeCl}_{3(aq)} + 3\text{NH}_4 \text{SCN}_{(aq)} = 3\text{NH}_4 \text{Cl}_{(aq)} + \text{Fe(SCN)}_{3(aq)}$$

(3)
$$2Cu(NO_3)_{2(s)} = 2CuO_{(s)} + 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$$

(4)
$$CO_{(g)} + H_2O_{(v)} = CO_{2(g)} + H_{2(g)}$$
 (6)

الحـــل

التفاعلات التامة :

(1) ، (3) / لأنه يصعب على المواد الناتجة التي تحتوى على راسب أو غاز أن تتحد مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة في نفس ظروف إجراء التفاعل.

التفاعلات الانعكاسية :

- (2) / لوجود النواتج والمتفاعلات باستمرار في حيز التفاعل في صورة محاليل بالإضافة إلى إمكانية تفاعل النواتج معًا لتكوين المتفاعلات في نفس ظروف إجراء التفاعل.
- النوائج من سير (4) / لعدم خروج النواتج الغازية من حيز التفاعل (الإناء مغلق)، وبالتالى إمكانية تفاعلها معًا لتكوين المتفاعلات في نفس ظروف إجراء التفاعل.

التركيز

وحدة قياس تركيز المادة هي mol/L

شاهد القيديو

معدل التفاعل الكيميائي

العاد النفاز في كمية (تركيز) الواد التفاعلة

أو الواد النانجة من التفاعل في وحدة الزمن.

• ديمة نهدر ، م كمية المادة بوحدات (mol أو g أو . 1).

ه الزمن بوحدات (۱ م min ما).

الم وملاحظ امه عبد حدوث ا

 مرداد مركر الواد الناتجة من التفاعل في نفس الوقت الذي يقل فيه تركير المواد المتفاعلة إلى أن تستهلك تقريبًا، ويعبر عن ذلك بالشكل البياني المقامل:

A --- B phill jelan

تزايد تركيز النواتج (B) ناقص تركيز المتفاعلات (A)

العلاقة البيائية (تركيز - زمن) لمعدل التفاعل التام

X — Y (intScilli jetāli

 إيرداد تركير المواد الناتجة من التفاعل، في نفس الوقت الذي يقل فيه تركير المواد المتفاعلة إلى أن يصلا إلى حالة الاتزان، واللي تلحقق عند:

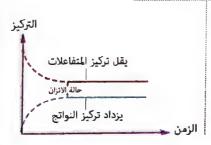
🚺 شبات تركيز كل من المتفاعلات والنواتج، وقد يكون :

تركيز النواتيج تركيز المتفاعلات

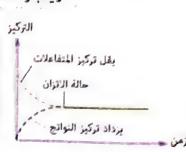
تركيز النـواتـــد تركيز المتفاعلات



• ويعبر عنه بيانيًا بالعلاقة (تركيز - زمن) كالتالى: •



التركيز يزداد تركيز النواتج حالة الاتزان يقل تركيز المتفاعلات



معدل التفاعل يقل معدل التفاعل الطردي حالة الاتزان يزداد معدل التفاعل العكسو أثبات معدل التفاعل الطردي مع معدل التفاعل العكسي ويعبر عنه بيانيًا بالعلاقة (معدل التفاعل - زمن) كما مالشكل المقابل:



يتم التعبير عن تركيز المواد المتفاعلة والناتجة بوضع رموزها أو صيغها الكيميائية داخل قوسين [

عند حساب معدل التفاعل الكيميائي بمعلومية التغير في تركيز التفاعلات أو النوائج للتفاعل المفترض التالى :

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

♦ فإن: معدل التفاعل الكيميائي = التغير في تركيز المادة
 التغير في الزمن

$$\frac{1}{d} \frac{\Delta(D)}{dt} = \frac{1}{c} \frac{\Delta(C)}{dt} = -\frac{1}{b} \frac{\Delta(B)}{dt} = -\frac{1}{a} \frac{\Delta(A)}{dt} = \frac{1}{a} \frac{\Delta(A)}{dt}$$
معدل التفاعل الكيميائي

الإشارة السالبة تعنى استهلاك المتفاعلات

حيث : $[] \Delta = | \text{trising } \Delta |]$ التغير في الزمن.



 $N_{2(g)}$ + $3H_{2(g)}$ \longrightarrow $2NH_{3(g)}$: في التفاعل

 $2.5 \times 10^{-4} \text{ mol/L.s}$ يساوى NH₃ يان معدل تكوين غاز H₂ إذا كان معدل استهلاك غاز المعدل استهلاك عاد المعدل المع

الحسل

$$\frac{1}{2} \frac{\Delta[NH_3]}{dt} = -\frac{1}{3} \frac{\Delta[H_2]}{dt} = \frac{1}{3} \frac{\Delta[H_2]}{dt}$$
معدل التفاعل الكيميائي

· معدل تكوين غاز NH₃ مقدَّر في الثانية الواحدة

$$1 = dt$$
 :

$$\frac{1}{2} \times 2.5 \times 10^{-4} = -\frac{1}{3} \Delta[\text{H}_2]$$

$$-\frac{3}{2} \times 2.5 \times 10^{-4} = \Delta[H_2] = 10^{-4}$$
 معدل استهلاك غاز H_2 في الثانية.

$$-3.75 \times 10^{-4} \text{ mol/Ls} =$$

مثال 🛈

عَامِلَ فِي 11.24 مِنَ الماغنسيود مع حمض HCl في زمن قدره 145، تبعًا التقاعل:

$$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

[Mg = 24]

300

200

100

0

10

30

الزمن (min)

الصنب معنل هذا التفاعل بوحدة mol/s

الحسال

$$0.01 \; \mathrm{mol} = \frac{0.24}{24} = \frac{(g)$$
 عند مولات $Mg = \frac{0.24}{24} = \frac{(g/\mathrm{mol})}{(g/\mathrm{mol})}$ عند مولات عند مولات عند مولات عند مولات عند مولات المولية من المادة المولية المولية المولية من المادة المولية المولية

$$7.14 \times 10^{-4} \text{ mol/s} = \frac{0.01}{14} = \frac{(\text{mol})}{14} = \frac{(\text{mol})}{14}$$
معدل التقاعل = الزمن (3)

وثبال

الشكل البيائي المقابل يعبر عن حجم غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من تفاعل تمسخين قطع من كربونات الكالسبوم:

- (١) ما زمن انتهاء هذا التفاعل؟
- (y) احسب معدل التفاعل الحادث بوحدة L/min

$$0.3 L = \frac{300}{1000} = (L) CO_2$$
 غاز (۲)

$$0.006 \text{ L/min} = \frac{0.3}{50} = \frac{(\text{L}) الناتع (\text{CO}_2) الناتع (\text{min}) معدل التقاعل = $\frac{0.3}{50}$$$

50 min (1)

مثال ﴿

اختر الإجابة الصحيحة، مع التفسير:

أيًا من الأشكال البيانية الآتية تعبر عن التغير الحادث في تركيز حمض HCl بمرور الزمن، في التفاعل:

 $Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$ تركيـز HCl تركيىز HCl تركيز HCl (ج) (4) (ب)

الشكل (ب) /

لأن تركيز الحمض يقل بمرور الزمن حتى يستهلك تمامًا - تقريبًا - في نهاية التفاعل.

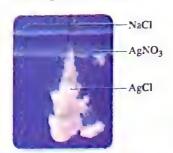
الامتحان كيمياء - شرح / ٣ ث (٢ : ١٤) (٥٠٠

وتصنف التفاعلات الكيميائية تبغا لمعدل حدوثها إلى 🦳 تفاعلات بطيئة جرًا

🚮 تفاعلات لحظية

تتم في وقت قصير جدًا بمجرد تلامس (خلط) المتفاعلات

تفاعل محلول نترات الفضة مع محلول كلوريد الصوديوم لتكوين راسب أبيض من كلوريد الفضة



🥶 تفاعلات بطيئة نسبيًا

١١١٠ ، تتم في وقد قصيرا تسميا

م مثال ٠

تفاعل الزيت مع محلول هيدروكسيد الصوديوم (الصودا الكاوية) لتكوين صابون وجليسرين



ا تستفرق عدة أيام أو شهور

تفاعلات تكوين صدأ الحديد

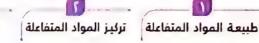
سول ورد الحديث س

للأملاب مندأ الجديد في اليا**ب الرابع**

العوامل المؤثرة في معدل (سرعة) التفاعلات الكيميائية

يوضح المخطط الأتي بعض العوامل المؤثرة في معدل التفاعل الكيميائي (التام والالعكاسي) عوامل مؤثرة في معدل التفاعل الكيمياني





بالإضافة إلى تأثير عامل آخر وهو الضغط من تفاعلات الأنظمة الغازية.

المنافر المتعافلة على معدل النجاءل الزيمياني

يقصد بطبيعة المواد التفاعلية

مساحة سطح المادة المتفاعلة المعرض للتفاعل

نوع الترابط في المواد المتفاعلة

🚮 نوع الترابط في المواد المتفاعلة

• يؤثر نوع الترابط (أيوني أو تساهمي) في جزيئات المواد المتفاعلة على سرعة التفاعل الكيميائي، كما يتضح فيما بلن

المركسات الأيونيسة

معدل تفاعلها يكون سريع جدًا (لحظي)، لأنها تكون في صورة أيونات تتفاعل بمجرد خلطها

تفاعل محلول كلوريد الصوديوم مع محلول نترات الفضة

المركبات التساهمية معدل تفاعلها يكون بطيء عادةً، الأنها تكون في صورة جزيئات

تفاعل المركبات العضوية مع بعضها



🦲 مساحة سطح المادة المتفاعلة المعرض للتفاعل

• تلعب درجة تجزئة المادة دورًا هامًا في تغيير معدل التفاعل الكيميائي، كما ينفح من الندرية التالية



تأثير مساحة سطح المتفاعلات على معدل التفاعل الكيميالي



الخطوات

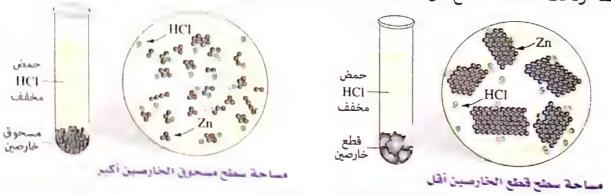
ضع كتلتين متساويتين من الخارصين إحداهما على هيئة قطع والأخرى على هيئة مسحوق في أنبوبتي اختبار، أضع كتلتين متساويتا متساويًا من حمض الهيدروكلوريك المخفف.

المشاهدة

التفاعل في حالة المسحوق ينتهى في زمن أقل من التفاعل في حالة القطع.

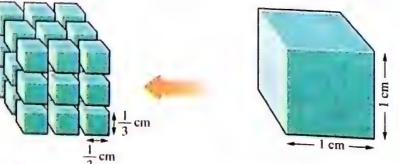
الاستنتاج

كلما ازدادت مساحة أسطح المواد المتفاعلة المعرضة للتفاعل، كلما ازداد معدل التفاعل.



فيسر: معدل تفاعيل حمض HCl المخفف مع مسيحوق الخارصين أسيرع من معدل تفاعله مع قطعة الخارصين التي لها نفس الكتلة.

لأن مساحة سطح مسحوق الخارصين أكبر من مساحة سطح قطعة الخارصين المساوية له في الكتلة، وكلما ازدادت مساحة سطح المادة المعرضة للتفاعل ازداد معدل التفاعل.



18 cm2 Styatel relaced 2- tons

مساحة سطح المكتب الواحد 6 cm2

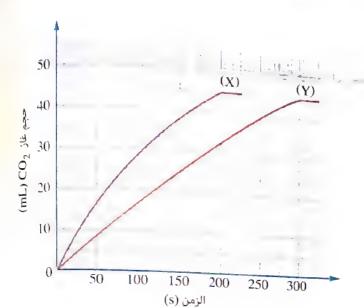
تجزئة المادة تعمل على زيادة مساحة سطحها





الشكل البياني المقابل يعبر عن حجم غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من تجربتين لتفاعل كتلتين متساويتين من كربونات الكالسيوم مع حمض الهيدروكلوريك إحداهما على هيئة قطع متوسطة الحجم والأخرى على هيئة قطع صغيرة الحجم (بدون ترتيب):

- (۱) أيًا من المنحنيين (X) ، (Y) يمثل تفاعل القطع صغيرة الحجم مع الحمض ؟ مع التفسير.
- (٢) ما الزمن المستغرق في استهلاك كل قطع كربونات الكالسيوم متوسطة الحجم ؟
- (٣) ارسم على نفس الشكل البيانى منحنى ثالث (Z) يعبر عن تفاعل نفس الكتلة من كربونات الكالسيوم في صورة مسحوق مع نفس الحمض.



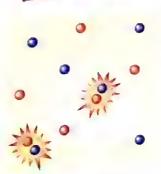
الحــــل

- (١) المنحنى (X) / لأنه يعبر عن الحصول على نفس كمية الغاز (45 mL) في زمن أقل (5 (200 s)، نتيجة لزيادة مساحة السطح المعرض للتفاعل.
 - 300 s(r)
 - (٣) أجب بنفسك.

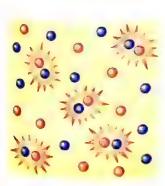
٢ يأتير تركيز المواد المتفاعلة على معدل التفاعل الديميائي

 بزداد معدل التفاعل الكيميائي بزيادة تركيز المواد المتفاعلة، لأن بزيادة عدد الجزيئات المتفاعلة يزداد عدد التصادمات المحتملة (الفعالة) بينها فيزداد معدل التفاعل الكيميائي.





تركيز المتفاعلات أقل (تفاعل بطيء)



تركيز المتف<mark>اعلات أكبر</mark> (تفاعل سريع)

۲ تأثير درجة الحرارة على معدل التفاعل الغيميالي

و من شروط حدوث التفاعل تبعًا لنظرية التصادم :

- حدوث تصادم بين جزيئات المواد المتفاعلة.
- أن تكون سرعة الجزيئات المتصادمة عالية جدًا أى تمتلك حد أدنى من الطاقة يعرف بطاقة التنشيط، لأن طاقة الحركة العالية للجزيئات المتصادمة تمكنها من كسر الروابط بينها، فيحدث التفاعل الكيميائي.



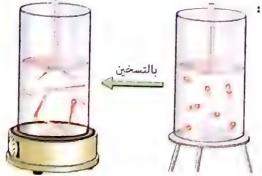
شكل تمثيلي يوضح أن طاقة حركة الجزيئات المتفاعلة

أقل من طاقة التنشيط **لذا لا يحدث** تفاعل كيميائ*ى*

تساوى أو أكبر من طاقة التنشيط لذا يحدث تفاعل كيميائي

وفــى ضوء نظرية التصادم، يتضح أن رفع درجة الحرارة يؤدى إلى :

- زيادة طاقة حركة الجزيئات وبالتالى زيادة نسبة الجزيئات التى تمتلك طاقة حركة تساوى طاقة التنشيط أو تفوقها والتي تعرف بالجزيئات النشطة.
 - زيادة معدل التصادمات المحتملة بين الجزيئات المنشطة، وبالتالى زيادة سرعة التفاعل الكيميائي.
- وقد وجد أن كثيرًا من التفاعلات الكيميائية تتضاعف سرعتها
 − تقريبًا كلما ارتفعت درجة حرارتها بمقدار 10°C



يزداد عدد التصادمات بين جزيئات المتفاعلات بزيادة درجة الحرارة

كا تأثير العوامل المفارة على معدل التفاعل الكيميالي

- ◄ من المعلوم أن التفاعلات البطيئة تحتاج إلى تسخين لكى تسير بمعدل أسرع وعند إحداث هذه التفاعلات في المناعة، تكون تكلفة الطاقة اللازمة للتسخين عالية جدًا، وهو ما يؤدى إلى رفع أسعار المنتجات، في الصناعة، تكون الصناعة في البحث عن أفضل السبل لزيادة الإنتاج وتحسينه بأقل التكاليف.
 - وقد وجد أن معظم التفاعلات البطيئة يمكن إسراعها، باستعمال مواد تزيد من معدلها دون الحاجة إلى زيادة درجة الحرارة، تعرف باسم العوامل الحفازة وهى مواد بلزم منها القليل لتغير معدل التفاعل الكيميائي، دون أن تتغير أو تغير من موضع الاتزان.
 - وقد تكون العوامل الحفازة في صورة :
 - عناصر فلزية،
 - أكاسيد أو مركبات لعناصر فلزية.

ملحوظة

العامل الحقان:

- يقلل من طاقة تنشيط التفاعل.
- لا يؤثر على قيمة الإنثالبي للتفاعل (ΔΗ).

اســـتخدامات العوامل الحفازة :

- تستخدم في أكثر من 90% من العمليات الصناعية، مثل صناعة الأسمدة والبتروكيماويات والأغذية.
 - تعمل الإنزيمات كعوامل حفازة للعديد من العمليات البيولوچية والصناعية،
 - وهي عبارة عن جزيئات من البروتين تتكون في الخلايا الحية.
 - تستخدم في المعولات المفزية الموجودة بشكمانات السيارات، لتحويل الغازات الملوثة للجو
 - الناتجة من احتراق الوقود إلى نواتج أمنة.



المحول الحفزي «الشكل للإيضاج فقط»

🐧 تأثير الضواعلان يتعجل الثيراطل الكيميائلين

تَتَأثر بعض العمليات الكيميائية بالضوء، ومن أمثلتها :

عملية البناء الضوئى

حيث تقوم مادة الكلوروفيل الموجودة في الأجزاء الخضراء للنباتات بامتصاص الضوء وتكوين الكربوهيدرات في وجود ثاني أكسيد الكربون و الماء.

• عملية التصوير الضوئي

تحتوى أفلام التصوير على بروميد الفضة AgBr - في مادة چيلاتينية - وعند سقوط الضوء على الفيلم، فالأ

• ايون البروميد يفقد إلكترون (يتأكسد) متحولًا إلى بروم متعادل يُمتص في الطبقة الچيلاتينية. • ايون الفضة الموجب يكتسب الإلكترون المفقود من أيون البروميد (يُختزل)، متحولًا إلى

ذرات فضة تترسب على الفيلم.

ه العوامل المؤترة على اتران التفاعلات الحيميانيين

🐱 ما قبل الاتران الليوني

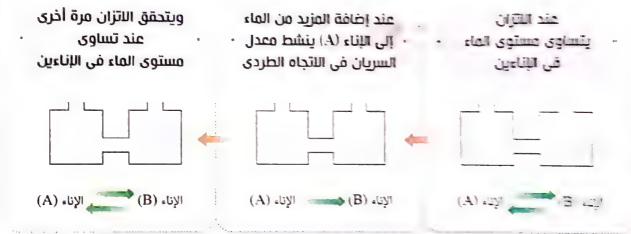
تجرش النات



Le Chatelier

فاعدة لوشاتيليه

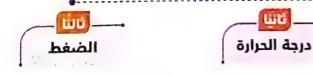
- وقع العالم الفرنسي الوافعاتيلية قاعدة تعرف باسمه تحدد
 تأثير عوامل الخارجية المختلفة من تركيز ودرجة حرارة
 وضعم عن الانفعة التانة.
- ◄ يحقى تمتى على إنه عند حدوث تغير في أحد العوامل للؤثرة على نظام منزن، عنى لتركيز، درجة الحرارة و الضغط. فإن النظام بنشط في الانجاه الذي يقلل أو يلغى تأثير هذا الؤثر (التغير).



تمثيل بسيط لمفهوم قاعدة الوشاتيليه اللايضاج فقطاء

العوامل المؤثرة على اتزان التفاعلات الكيميائية الانعكاسية

العوامل المؤثرة على الاتزان الكيميائي للتفاعلات الانعكاسية





تأثير تغير التركيز على اتزان النفاعلات الكيميائية الانعكاسية

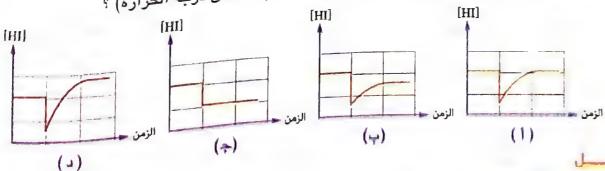
﴾ يوضح الجدول الأتي تأثيـر تغيــر التركيز علـى اتـــزان التفاعل الانمكاسي التالي في ضوء قاعدة لوشانين_{ية ؛}

$$CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow CH_{4(g)} + H_2O_{(v)}$$

	$\frac{2(g)}{2(g)} + \frac{2(g)}{2(v)} + \frac{2(g)}{2(v)}$	
الاتجاه الذي ينشط فيه التفاعل	التطبيق	التغير الحادث
الاتجاه الطرد ی	$CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow CH_{4(g)} + H_2O_{(v)}$	زيادة تركيز أحد المتفاعلات [CO] أو [H ₂]
الاتجاه المكسى	$CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow CH_{4(g)} + H_2O_{(v)}$	لقص تركيز أحد المتفاعلات [H ₂] أو [CO]
الاتجاه العكسي	$CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow CH_{4(g)} + H_2O_{(v)} $ $H_2O_{(v)}$	زيادة تركيز أحد النواتج [H ₂ O] أو [CH ₄]
الاتجاه الطردى	$CO_{(g)} + 3H_{2(g)} = CH_{4(g)} + (H_2O_{(v)})$	ناش تركيز أحد النوانج [CH ₄] أو [H ₂ O]

اختر الإجابة الصحيحة، مع التعليل:

 $H_{2(g)} + I_{2(v)} \longrightarrow 2HI_{(g)}$: أيًا من الأشكال البيانية الآتية تعبر عن عودة النظام إلى حالة الاتزان بعد نزع كمية من غاز HI من حيز التفاعل (عند نفس درجة الحرارة) ؟



الشكل (ب) / الن نزع كمية من HI يقلل من تركيزه، وهو ما يؤدى إلى زيادة معدل التفاعل في الاتجاه الطردى، أى يزداد تركيزه تدريجيًا حتى يصل إلى حالة الاتزان ولكن بتركيز أقل من التركيز الابتدائي. 111

أ قانون معل الكتلة

وضع العالمان النرويجيان جولدبرج و فهج قانون فعل الكتلة الذي يعبر عن العلاقة بين سرعة التفاعل الكيميائي وتركييز مواد التفاعل، وهو ينص على إنه عند ببوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل الكيميائي تناسبًا طرديًا مع حاصل ضرب التركيزات الجزيئية لمواد التفاعل (كل مرفوع لأس يساوي عدد مولات الجزيئات أو الأيونات في معادلة التفاعل الموزونة).

🕡 توضح مَانون فعل الكتلة 🕝

الخطوات

تدريجيًا إلى محلول كلوريد الحديد (١١١) (لونه أصفر باهت).



- أضف إلى خليط التفاعل السابق المزيد من ◄ يرداد لون المحلول احمرارًا، لتكون المزيد من محلول كلوريد الحديد (III).
- ◊ أضف إلى خليط التفاعل السابق قطرات من محلول ◊ يتحول اللون تدريجيًا حتى يصبح أصفر باهت مرة كلوريد الأمونيوم «عديم اللون».

المشاهدة و التفسير

◄ أضف قطرات من محلول ثيوسيانات الأمونيوم (عديم اللون) ◄ يتلون المحلول باللون الأحمر الدموى، لتكون محلول ثيوسيانات الحديد (III).



محلول ثنوسيانات الحديد (III).

أخرى، لتكون محلول كلوريد الحديد (III).

الاستنتاح

يعبر عن التفاعل الانعكاسي الحادث بالمعادلة الكيميائية التالية:

طبقًا لقاعدة لوشاتيليه... فإنه عند زيادة تركيز :

- محلول كلوريد الحديد (III) FeCl₃ إنشط التفاعل في اتجاه تكوين محلول ثيوسيانات الحديد (Fe(SCN)₃ (III) محلول كلوريد الحديد (أي يرداد معدل التفاعل الطردي)،
- محلول كلوريد الأمونيوم (NH₄Cl) ينشيط التفاعيل في اتجاه تكوين محلول كلوريد الحديد (III) ومحلول كلوريد الأمونيوم (أي يزداد معدل التفاعل العكسي).

و تطبيق قانون فعل الكتلة على تفاعل انعكاسي

عند تطبيق قانون فعل الكتلة على التفاعل الانعكاسي التالي :

$$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4SCN_{(aq)} \xrightarrow{deb} Fe(SCN)_{3(aq)} + 3NH_4Cl_{(aq)}$$

يعبر عن معدل التفاعل الطردى (r_1) للتفاعل السابق، كالتالى :

$$\begin{array}{c}
\text{FeCl}_{3(\text{aq})} + 3\text{NH}_{4}\text{SCN}_{(\text{aq})} \xrightarrow{r_{1}} \text{Fe(SCN)}_{3(\text{aq})} + 3\text{NH}_{4}\text{Cl}_{(\text{aq})} \\
r_{1} \propto [\text{FeCl}_{3}][\text{NH}_{4}\text{SCN}]^{3}
\end{array}$$

 $r_1 = K_1 [FeCl_3] [NH_4SCN]^3$

معدل التفاعل الطردي ثابت معدل التفاعل الطردي

ترکیز محلول FeCl مرفوعًا للأس 1 (عدد مولاته في المعادلة الموزونة) \ (عدد مولاته في المعادلة الموزونة)

تركيز محلول NH₄SCN مرفوعًا للأس 3

ويعبر عن معدل التفاعل العكسى (\mathbf{r}_{2}) لنفس التفاعل، كالتالى :

$$FeCl_{3(aq)} + 3NH_{4}SCN_{(aq)} \qquad Fe(SCN)_{3(aq)} + 3NH_{4}Cl_{(aq)}$$

$$r_{2} \propto [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

$$r_{2} = K_{2} [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

$$r_{3} = K_{2} [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

$$r_{4} = K_{2} [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

$$r_{5} = K_{2} [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

$$r_{6} = K_{2} [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

$$r_{6} = K_{2} [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

$$r_{7} = K_{2} [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

$$r_{8} = K_{2} [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

$$r_{9} = K_{2} [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

$$r_{1} = K_{2} [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

$$r_{2} = K_{2} [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

$$r_{3} = K_{4} [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

$$r_{4} = K_{2} [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

$$r_{5} = K_{2} [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

$$r_{6} = K_{2} [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

$$r_{7} = K_{2} [Fe(SCN)_{3}][NH_{4}Cl]^{3}$$

التفاعل العكسي

وعند حدوث الاتزان الكيميائي يكون معدل التفاعل الطردي مساوي لمعدل التفاعل العكسي

$$\mathbf{r}_{1} = \mathbf{r}_{2}$$

$$\mathbf{K}_{1}[\text{FeCl}_{3}] [\text{NH}_{4}\text{SCN}]^{3} = \mathbf{K}_{2}[\text{Fe(SCN)}_{3}] [\text{NH}_{4}\text{Cl}]^{3}$$

ومنها :

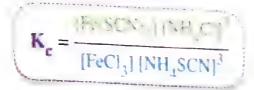
$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{[Fe(SCN)_3] [NH_4CI]^3}{[FeCl_3] [NH_4SCN]^3}$$

حاصل ضرب التركيزات الجزيئية للمواد الناتجة (كل مرفوع لأس بساوى عدد مولاته من معادلة التفاعل الموزونة)

حاصل ضرب التركيزات الجزيئية للمواد المتفاعلة (كل مرفوع لأس بساوى عدد مولاته من معادلة التفاعل الموزونة)

مبارة عن مقدار ثابت، $\left(rac{K_1}{K_2} ight)$

ويعرف خارج قسمة ثابت معدل التفاعل الطردى K_1 على ثابت معدل التفاعل العكسى أن معبرًا عنهما بالتركيزات الجزيئية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل الانعكاسى بثابت الاتزان K_2



- خطوات التعبير عن ثابت الاتزان K للتفاعلات الانعكاسية المتزنة

 $aA+bB \Longrightarrow cC+dD$: نفترض تفاعل العكاسى متزن يُعبر عنه بالمعادلة الموزونة المقابلة : CC+dD الرموز أو الصيغ الكيميائية للحواد المتفاعلة والناتجة.

• d ، c ، b ، a عدد مولات (معاملات) المواد المتفاعلة والناتجة من معادلة التفاعل.

، لحساب $\mathbf{K}_{_{\mathbf{C}}}$ لهذا التفاعل، نتبع الخطوات التالية

التطبيسق	الخطوات
$K_c = \frac{[C][D]}{}$	 (١) تُكتب التركيزات الجزيئية للمواد الناتجة من التفاعل في البسط.
$K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{}$	(٢) يرفع تركيز كل مادة من المواد الناتجة لأس يساوى عدد مولاتها (معاملاتها) من معادلة التفاعل.
$K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A] [B]}$	(٣) تُكتب التركيزات الجزيئية للمواد المتفاعلة في المقام.
$K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$	(٤) يرفع تركيز كل مادة من المواد المتفاعلة لأس يساوى عدد مولاتها (معاملاتها) من معادلة التفاعل.

، تطبيق إلجدول التالي يوضح معادلة حساب ثابت الاتزان Kc لبعض التفاعلات الانعكاسية :

	المعادلة الموزونة	K_{c} معادلة ثابت الانزان
1	A B	$K_c = \frac{[B]}{[A]}$
2	2A — B	$K_c = \frac{[B]}{[A]^2}$
3	A + B - C	$K_c = \frac{[C]}{[A][B]}$
4	C — A + B	$K_c = \frac{[A][B]}{[C]}$
5	$A_2 + B_2 \longrightarrow 2AB$	$K_c = \frac{[AB]^2}{[A_2][B_2]}$

inle Blasile -

- لا يكتب المعامل 1 في معادلة ثابت الاتزان عند كتابة اس تركيز المتفاعلات أو النواتج من معادلة التفاعل.
 - النيتروچين. معادلة ثابت الاتزان K_e لتفاعل انحلال خامس أكسيد النيتروچين.

$$2 N_{2}O_{5(g)} = 4 NO_{2(g)} + O_{2(g)}$$

$$K_{c} = \frac{[NO_{2}]^{4} [O_{2}]}{[N_{2}O_{5}]_{A}^{2}}$$

- لا يكتب تركيز الماء السائل النقى كمذيب والمواد الصلبة أو الرواسب في معادلة ثابت الاتزان، لأن تركيزها يظل ثابتًا مهما اختلفت كميتها.
- و تطبيق إنات اتزان تفاعل تحول بيكربونات الكالسيوم إلى كربونات الكالسيوم بالحرارة في إناء مغلق:

$$Ca(HCO_3)_{2(aq)} \longrightarrow CaCO_{3(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

لا يكتب تركيز كربونات الكالسيوم، لأنها مادة صلبة مترسبة تركيزها يظل ثابتًا مهما تغيرت كميتها

لا يكتب تركيز الماء السائل النقى، لأن تركيزه يظل ثابتًا مهما تغيرت كميته

$$K_{c} = \frac{[CO_{2}][CO_{2}]}{[Ca(HCO_{3})_{2}]}$$

$$\therefore K_{c} = \frac{[CO_{2}]}{[Ca(HCO_{3})_{2}]}$$

- لا تتغير القيمة العددية لثابت الاتزان K للتفاعل الواحد بتغير تركيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند نفس درجة الحرارة.
 - تطبيق فيمة ثابت الاتزان لعدة تجارب للتفاعل:

 3H₂₍₃₎ at 500°C

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$$
 عد 500° C مقدار ثابت الاتزان ترکیز المتفاعلات و النواتج عند الاتزان $K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$ التجربة $N_{2(g)} = 0.157 \, M$

1	0.921 M	0.763 M	0.157 M	$\frac{(0.157)^2}{0.921 \times (0.763)^3} = 0.0602$
•	0.399 M	1.197 M	0.203 M	$\frac{(0.203)^2}{0.399 \times (1.197)^3} = 0.0602$
2	2.59 M	2.77 M	1.82 M	$\frac{(1.82)^2}{2.59 \times (2.77)^3} = 0.0602$
3		دِيضًاج فقط	«الجدول لل	

117

تتغير قيمة ، الله على المرن الواحد بتغير درجة حرارة التفاعل



• تطييق

نرتمع مَيمة ج المنع درجة حرارة تفاعل متزن الحرارة



تَنخفضُ قَيمةً ، لَا بِرفع درجة حرارة تفاعل مترن طارد للحرارة



$$N_{2(g)} + O_{2(g)} + H = -2NO_{(g)} + M = -N_{2(g)} + 3H_{2(g)} = 2NH_{3(g)} + 4H_{2(g)} + 4H_{2(g)$$

	Ke	درجة الحرارة (K)
1 0 0	4.5×10^{-31}	298
x 3 3	6.7×10^{-10}	900
	17 - 10-3	2200

1	K _c	درجة الحرارة (K)
4 4 2	$2.69 < 10^8$	298
x Z Z	3.94×10^4	400
-1-	1.72×10^2	500

والجدولين للايضاج فقطه



اكتب معادلة ثابت الاتزان ملا للتفاعلات المتزنة التالية

$$1112H_2O_{(x)} = 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$

$$(2) \, \mathrm{NH}_{3(f)} \Longrightarrow \mathrm{NH}_{3(g)}$$

$$(3)3I_{2(6)} + 3H_2O_{(f)} = 5I_{(aq)}^{*} + IO_{3(aq)}^{*} + 6H_{(aq)}^{*}$$

$$K_c = \frac{(H_2)^2 (O_2)}{(H_2O)^2}$$

(1)
$$K_c = \frac{[H_2]^2 [O_2]}{[H_2O]^2}$$
 لا يكتب تركيز النشادر المسال في $K_c = [NH_3]$ لا يكتب تركيز النشادر المسال في معادلة ثابت الانزان $K_c = [NH_3]$

(2)
$$K_c = [NH_3]$$

(3)
$$K_c = [1^{\circ}]^5 [10^{\circ}_3] [H^*]^6$$

متبال

$$N_2O_{4(g)} = 2NO_{2(g)}$$
 $K_c = 4.81 \times 10^{-5}$: المتناف المتزن المتناف المتزن المتناف المتزان يساوى $N_2O_{4(g)}$ المتناف المتزان يساوى $N_2O_{4(g)}$ علمًا بأن تركيز غاز $N_2O_{4(g)}$ عند الاتزان يساوى $N_2O_{4(g)}$

$$K_{c} = \frac{[NO_{2}]^{2}}{[N_{2}O_{4}]}$$

$$4.81 \times 10^{-5} = \frac{[0.0032]^{2}}{[N_{2}O_{4}]}$$

$$\therefore [N_{2}O_{4}] = \frac{[0.0032]^{2}}{4.81 \times 10^{-5}} = 0.213 \text{ M}$$

111

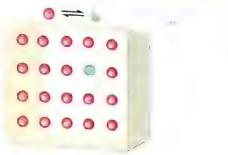
دلالات ثابت الاتزان K_c دلالات

القيم الكبيرة لثابت الاتزان (K_c > 1)



$$K_c = \frac{19}{1} = 19$$

القيم الصغيرة لثابت الاتزان (K_c < 1)



$$K_c = \frac{1}{19} = 0.053$$

التفاعل العكسى هو السائد (أى أن التفاعل يسير بشكل جيد نحو تكوين المتفاعلات)، لأن حاصل ضرب تركيز النواتج (فى البسط) يكون اقل من حاصل ضرب تركيز المتفاعلات (فى المقام)

التفاعل الطردى هو السائد (أى أن التفاعل يسير بشكل جيد نحو تكوين النواتج)، لأن حاصل ضرب تركيز النواتج (فى البسط) يكون أكبر من حاصل ضرب تركيز المتفاعلات (فى المقام)

وكل مرفوع لأس يساوى عدد مولاته في المعادلة الموزونة

 $AgCl_{(s)} \longrightarrow Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$ $K_{a} = 1.7 \times 10^{-10}$

وكل مرفوع لأس يساوى عدد مولاته في المعادلة الموزونة

يصعب ذوبان كلوريد الفضة فى الماء تبعًا للمعادلة السابقة، $K_c < 1$ فيمة ثابت الاتزان صغيرة $K_c < 1$ مما يدل على أن التفاعل العكسى هو السائد

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} = 2HCl_{(g)}$$
 $K_c = 4.4 \times 10^{32}$

يصعب انحلال كلوريد الهيدروچين إلى عنصريه تبعًا للمعادلة السابقة، $m K_c > 1$ مما بدل على أن التفاعل الطردى هو السائد مما بدل على أن التفاعل الطردى هو السائد

وثيال 🕦

في التفاعل المتزن المقابل:

$H_{2(g)} + I_{2(g)} \longrightarrow 2HI_{(g)}$

(۱) احسب ثابت الاتزان K_c للتفاعل، علمًا بأنه عند الاتزان يكون تركيز كلًا من اليود والهيدروچين $0.221~\mathrm{M}$ وتركيز يوديد الهيدروچين $1.563~\mathrm{M}$

. تعنــی ان .

(٢) هل ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي أم العكسى ؟ مع التعليل.

الحـــا

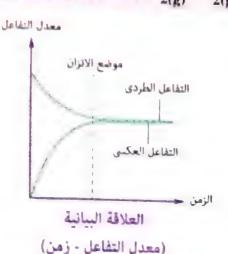
$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(1.563)^2}{0.221 \times 0.221} = 50$$

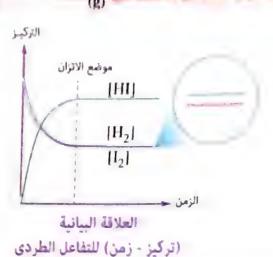
(۲) ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي / لأن $(K_c > 1)$.

(1)

abgalo

نمبر عن الزان النفاعل الازمان $H_{2(g)} + I_{2(g)} = 2HI_{(g)}$ بالشكلين النيانيين الثانيين الثانيان الثانيين الثانيان الثانيين الثانيين الثانيين الثانيان الثانين الثانيان الثان الثانيان الثانيان الث





وثيال 🐠

 $H_{2(g)}+I_{2(g)}$ \longrightarrow 2HI $_{(g)}$ $K_{c}=55.16$ at 425°C : نا كان تركيز 1.5×10^{-3} M (1_{2}) او تركيز 1×10^{-3} M (1_{2}) المركز 1×10^{-3} M (1_{2}) المركز 1

هل يكون التفاعل في حالة اتزان أم لا ؟ مع التعليل.

الحـــل

النظرية $K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(5 \times 10^{-3})^2}{(1 \times 10^{-3}) \times (1.5 \times 10^{-3})} = 16.67$

.: التفاعل ليس في حالة اتزان / لأن قيمة K_c النظرية (16.67) لا تساوى قيمة K_c الفعلية للتفاعل (55.16).

مثيال 🕜

 $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} = 2NH_{3(g)}$

كان حجم الخليط 1 L ويحتوى على 0.3 mol من غاز النيتروچين و 0.2 mol من غاز الهيدروچين و 0.6 mol من غاز الهيدروچين و 0.6 mol من غاز النشادر، احسب ثابت الاتزان لهذا التفاعل.

الحـــل

 $\frac{\text{(mol)}}{\text{(L)}} = \frac{\text{عدد المولات (mol)}}{\text{(L)}}$

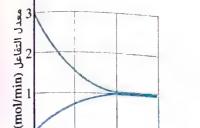
: حجم الخليط = 1 L

عند نقطة اتزان التفاعل :

.. تركيز الغازات = عدد مولاتها

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(0.6)^2}{0.3 \times (0.2)^3} = 150$$





الزمن (min)

اختر الإجابة الصحيحة، مع التعليل:

الشكل البياني المقابل، يعبر عن تفاعل انعكاسي متزن، ما مقدار معدل التفاعل الطردي عند الاتزان الكيميائي ؟

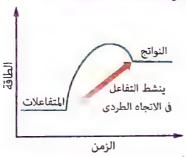
- (b) 0.25 mol/min
- (d) 3 mol/min

- (a) zero
- (c) 1 mol/min

الاختيار (c) / لأنه عند اتزان تفاعل انعكاسى يكون معدل التفاعل الطردى مساويًا لمعدل التفاعل العكسي.

تأثير تغير درجة الحرارة على آثران التفاعلات الكيميائية الانعكاسية

توضح الأشكال البيانية و الجدول التاليين تأثير تغير درجة الحرارة على اتزان التفاعلات الانعكاسية في ضوء قاعدة لوشاتيليه :



أثررفع درجة حرارة تفاعل انعكاسي متزن ماص للحرارة



أثررفع درجة حرارة تفاعل انعكاسي متزن طارد للحرارة

التغير الحادث في قيمة K_c	الاتجاه الذي ينشط فيه التفاعل	التطبيق	نوع التفاعل الحادث حراريًا	التغير الحادث في درجة الحرارة
تقل	الاتجاه العكسى	$CO_{(g)} + 3H_{2(g)}$ $CH_{4(g)} + H_2O_{(v)} + Heat$ $Heat$	تفاعل <mark>طارد</mark> للحرارة	رفع
تزداد	الاتجاه الطردي	Heat + $N_2O_{4(g)}$ Heat $2NO_{2(g)}$	تقاعل ماص للحرارة	درجة الحرارة
تزداد	الانجاه	$CO_{(g)} + 3H_{2(g)}$ $CH_{4(g)} + H_2O_{(v)} + Heat$	تفاعل <mark>طارد</mark> للحرارة	خفيض درجة الحرارة
تقل	الاتجاء العكسى	Heat) + N ₂ O _{4(g)} خفض 2NO _{2(g)}	تفاعل ماص للحرارة	-55-

عبيات 🚧 توضح تأثير درجة الحرارة على معدل تفاعل انعكاسي متزن 🕠

الخطوات

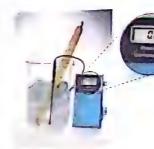
· احضر عبوة تحتوى على غاز ثانى أكسيد النيتروچين NO₂ ذو اللون البنى المحمر،

... هاذا تلاحظ ؟

• ضع العبوة في مخلوط مبرد 🎻 اخرج العبوة من المخلوط المبرد، 🦸 ضع العبوة في إناء به ماء ساخن واتركها حتى تعود لدرجة حرارة الغرفة (25°C) ... وإذا تلاحظ ؟



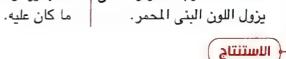




* تخف درجة اللون تدريجيًا، كلما | * يبدأ اللون البني المحمر في انخفضت درجة الحرارة، حتى الظهور، ولا يلبث أن يعود إلى

* تزداد درجة اللون البني المحمر، كلما ازدادت درجة الحرارة.

... هاذا تلاحظ ؟



يعبر عن التفاعل الانعكاسي المتزن الحادث بالمعادلة المقابلة :

ثانى أكسيد النيتروچين (ینی محمر)

 $N_2O_{4(g)}$ + Heat

(عديم اللون)

رابع أكسيد النيتروجين

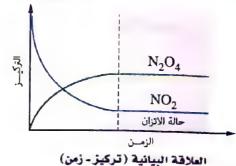
cooling $2NO_{2(g)}$ heating

طبقًا لقاعدة لوشاتيليه، فإن :

- خفض درجة حرارة تفاعل متزن طارد للحرارة، يؤدي إلى نشاط التفاعل بشكل جيد في الاتجاه الطردي اتجاه تكوين N_2O_4 عديم اللون.
- رفع درجة حرارة تفاعل متزن طارد للحرارة، يؤدي إلى نشاط التفاعل بشكل جيد في اللتجاه العكسي اتجاه تكوين وNO البني المحمر.

: ويعبر عن اتزان التفاعل الانعكاسى $N_2 O_{4(g)} = N_2 O_{4(g)}$ بالشكلين البيانيين التاليين





171. الامتحان كيمياء - شرح / ٣ ث (م: ١٦)

مثيال 🕦

في التفاعل المتزن التالي :

ما أثر كل مما يأتي على لون خليط التفاعل وعلى مقدار ثابت اتزان التفاعل :

- (١) زيادة تركيز غاز الأكسچين عند نفس درجة الحرارة.
 - (٢) خفض درجة الحرارة،

الحـــل

- (١) عند زيادة تركيز غاز الأكسچين، ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي، وبالتالي يتكون المزيد من غاز الكلور فتزداد درجة اللون الأصفر المخضر، وتظل قيمة ثابت الاتزان ثابتة لعدم تغير درجة الحرارة.
 - (٢) : التفاعل طارد للحرارة.
 - ٠٠ عند خفض درجة الحرارة، ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي، وبالتالي يتكون المزيد من غاز الكلور، فتزداد درجة اللون الأصفر المخضر، وتزداد قيمة ثابت الاتزان.

مثيال 🛈

أي هذه التفاعلات يزداد فيها معدل التفكك برفع درجة الحرارة، مع التفسير:

(1)
$$SO_{3(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}$$
 $\Delta H = (+)$

(2)
$$N_2H_{4(g)} = N_{2(g)} + 2H_{2(g)}$$
 $\Delta H = (-)$

* $H_{2(g)} + I_{2(g)} = 2HI_{(g)}$

التفاعل (1) / لأنه تفاعل ماص للحرارة ينشط في الاتجاه الطردي (اتجاه زيادة معدل التفكك) عند رفع درجة الحرارة.

مثال 🛈

للتقاعل الآتي قيمتان لثابت الاتزان عند درجتي حرارة مختلفتين:

$$K_c = 50 \text{ at } 448^{\circ} \text{C}$$

$$K_c = 67 \text{ at } 850^{\circ} \text{C}$$

* $H_{2(g)} + I_{2(g)} = 2HI_{(g)}$ هل هذا الثقاعل طارد أم مامن للحرارة ؟ مع التقسير.

الحـــل

التفاعل ماحي الحرارة / لأنه عند رفع درجة حرارة التفاعل المتزن ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي K_c ما يستدل عليه من زيادة قيمة

144.

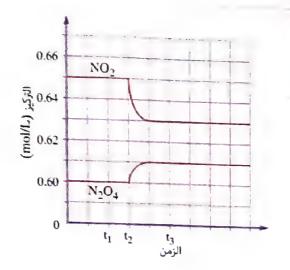
مثال 🕝

الشكل البياني المقابل يعبر عن التفاعل المتزن التالي :

$$N_2O_{4(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$$
 $\Delta H = +59 \text{ kJ}$

: عند التفاعل عند K_c التفاعل عند (١)

- (1) الزمن ₁
- (٢) ما المؤثر الخارجى الذى أثر على التفاعل المتزن عند الزمن و t ? مع تفسير إجابتك.



$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0.65)^2}{0.6} = 0.7$

$$K_c = \frac{(0.63)^2}{0.61} = 0.65$$

الحـــل

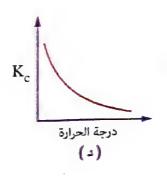
(٢) خفض درجة الحرارة / لأنه عند خفض درجة حرارة التفاعل الماص للحرارة ينشط التفاعل عند خفض درجة حرارة التفاعل الماص للحرارة K_c في الاتجاه العكسي (اتجاه انخفاض $[NO_2]$ وزيادة $[NO_2]$) أو لانخفاض قيمة $[NO_2]$ للتفاعل الماص للحرارة.

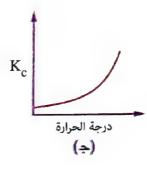
مثيال 🕜

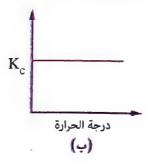
اختر الإجابة الصحيحة، مع التعليل:

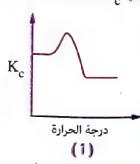
أيًا من الأشكال البيانية الآتية تعبر عن العلاقة بين :

- (۱) K_{c} لتفاعل طارد للحرارة و درجة الحرارة.
- لتفاعل ماص للحرارة و درجة الحرارة. K_{c} (۲)









لحــــل

- (۱) الشكل(د) / لأنه عند رفع درجة حرارة تفاعل طارد للحرارة، ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي وهو ما يؤدي إلى خفض قيمة K_c (لنقص تركيز النواتج وزيادة تركيز المتفاعلات).
- (٢) الشكل(ج) / لأنه عند رفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة، ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي وهو ما يؤدي إلى زيادة قيمة K_c (لزيادة تركيز النواتج ونقص تركيز المتفاعلات).

تأثير تغير الضغط على اتزان التفاعلات الكيميائية الدنعكاسية

اللإيضاح فقط 🔞

مندما تكون المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعلات المتزنة في الحالة الغازية، يكون من السهل قياس ضغوطها الجزئية عن عن قياس تركيزاتها الجزيئية، لذا يُفضل التعبير عن ثابت اتران التفاعلات الغازية بدلالة الثابت K_p (باستخدام قيم الضغوط الجزئية للمتفاعلات و النواتج الغازية)، بدلًا من الثابت K_c (باستخدام قيم التركيزات الجزيئية للمتفاعلات و النواتج).

التفاعلات المتجانسة هي التي تكون الميواد المتفاعلة فيها والناتجة عنها لها نفس الحالة الفيزيائية :
$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)}$$
 تفاعل متجانس غازي

$$aA_{(g)} + bB_{(g)} \xrightarrow{\longrightarrow} cC_{(g)} + dD_{(g)}$$
$$K_{p} = \frac{\left(P_{C}\right)^{c} \left(P_{D}\right)^{d}}{\left(P_{A}\right)^{a} \left(P_{B}\right)^{b}}$$

في التفاعلات الانعكاسية المتزنة تُوصف:

- تركيزات مواد التفاعل بالتركيزات الجزيئية.
 - ضغوط غازات التفاعل بالضغوط الجزئية.

◄ ثابت الاتزان K₂هو خارج قسمة ثابت معدل التفاعل الطردى K على ثابت معدل التفاعل العكسى K معبرًا عنهما بالضغوط الجزئية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل الانعكاسي.

معادلة ثابت الاتزان Kp لتفاعل تحضير غاز النشادر من عنصريه:

$$N_{2(g)} + 3 H_{2(g)} = 2 NH_{3(g)}$$

$$K_{p} = \frac{\left(P_{NH_{3}}\right)^{2}}{\left(P_{N_{2}}\right)^{2} \left(P_{H_{2}}\right)^{3}}$$



التعبير عن الضغوط الجزئية بالقوسين [] بدلًا من القوسين ()

$$K_p = \frac{\left[P_{NH_3}\right]^2}{\left[P_{N_2}\right]\left[P_{H_2}\right]^3}$$

مثيال 🛈

التالى : المادلة الرمزية الموزونة للتفاعل الغازى المتجانس المعبر عنه بثابت الاتزان $\mathbf{K}_{\mathbf{p}}$ التالى :

$$K_{p} = \frac{\left(P_{HI}\right)^{2}}{\left(P_{H_{2}}\right)\left(P_{I_{2}}\right)}$$

الحـــل

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \Longrightarrow 2HI_{(g)}$$



احسب قيمة الضغط الجزئي لكل من الغازين Π_2 ، Π_2 عند انزان النفاعل التالى .

$$2HCl_{(g)} \longrightarrow H_{2(g)} + Cl_{2(g)}$$
 $K_p = 2.45 \times 10^{-7}$ at $727^{\circ}C$

إذا علمت أن الضغط الجزئي لغاز HCl عند الاتزان يساوي 7 atm

الحسيل

$$\therefore K_{p} = \frac{\left(P_{H_{2}}\right)\left(P_{Cl_{2}}\right)}{\left(P_{HCl}\right)^{2}}$$

$$\therefore (P_{H_s}) (P_{Cl_s}) = K_p \times (P_{HCl})^2 = 2.45 \times 10^{-7} \times (7)^2 = 1.2 \times 10^{-5} \text{ atm}$$

- ن عدد مولات H_2 عدد مولات Cl_2 «من معادلة التفاعل الموزونة».
 - ٠٠ يتساوى ضغطهما الجزئي في هذا التفاعل.

$$(P_{H_2}) = (P_{Cl_2}) = \sqrt{1.2 \times 10^{-5}} = 3.46 \times 10^{-3} \text{ atm}$$

ملحظات هامد

- نتغير قيمة ثابت الاتران K_p للتفاعل الواحد بتغير درجة الحرارة، كما هو الحال بالنسبة لثابت الاتزان K_c
 - $\frac{1}{K_p}$ للتفاعل العكسى تساوى $\frac{1}{K_p}$ للتفاعل الطردي لنفس التفاعل.
 - $\mathbf{K}_{\mathbf{c}}^{\times} = (\mathbf{K}_{\mathbf{c}})^{\pm n}$ المعطاة المطلوبة حيث :
- * عند ثبوت درجة حرارة التفاعل الانعكاسي
 وحدوث تغير في عدد مولات مواد التفاعل
 أو اتجاه سيره أو كلاهما معًا، فإن

قيمــة $K_{
m c}$ أو $K_{
m p}$ للتفاعـل يمكن حسابهــا

(+): تدل على عدم تغيير اتجاه سير التفاعل الأصلي.

n : المقدار المضروب في معاملات المعادلة الأصلية

(-) : تدل على تغيير اتجاه سير التفاعل الأصلي.

لتحويلها إلى معاملات المعادلة المطلوبة.

من العلاقة المقابلة :

وثيال

- $H_{2(g)} + Br_{2(v)} \longrightarrow 2HBr_{(g)}$ $K_p = 3.5 \times 10^4 \, (at 1495 \, K)$: من التفاعل المقابل : (۱) هل التفاعل السائد .. تفاعل التكوين أم تفاعل التفكك لغاز $K_p = 3.5 \times 10^4 \, (at 1495 \, K)$
 -) ما قيمة $K_{_{D}}$ للتفاعلين التاليين ؟ مع التفسير.
 - $\frac{1}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}Br_{2(v)} \Longrightarrow HBr_{(g)}$ (at 1495 K) (1)
 - $2HBr_{(g)} \longrightarrow H_{2(g)} + Br_{2(v)}$ (at 1495 K) (4)

الحـــل

(١) التفاعل السائد هو تفاعل التكوين / لأن قيمة $K_{\rm p}$ أكبر من الواحد الصحيح.

(٢) (١) المعادلة الأصلية :

$$H_{2(g)} + Br_{2(v)} = 2HBr_{(g)}$$
 $K_p = 3.5 \times 10^4$

المعادلة المطلوبة:

$$\frac{1}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}Br_{2(v)} \longrightarrow HBr_{(g)} \quad K_p = ?$$

· يلزم الضرب في 1/2 لتحويل معاملات المعادلة الأصلية إلى معاملات المعادلة المطلوبة.

$$\frac{1}{2}$$
 = n قيمة ∴

: اتجاه سير التفاعل لم يتغير.

∴ قيمة n تكون بإشارة (+)

$$K_p = (K_p)^{+\frac{1}{2}} = (3.5 \times 10^4)^{+\frac{1}{2}}$$
$$= \sqrt{3.5 \times 10^4} = 187.08$$

(ب) ∵ معاملات المعادلتين - الأصلية والمطلوبة - لم تتغير.

∴ قيمة n = 1

ت اتجاه سير التفاعل قد تغير.

∴ قيمة n تكون بإشارة (-)

$$K_p = (K_p)^{-1} = (3.5 \times 10^4)^{-1}$$
$$= \frac{1}{3.5 \times 10^4} = 2.857 \times 10^{-5}$$



الامتحان

فکر جدید ...

🖁 تميز في مجال التعليم

دلالات ثابت الاتزان م

) القيم الكبيرة لثابت الاتزان (K_p > 1)

🌃 القيم الصغيرة لثابت الاتزان (1 × Kp < 1)

, تعلی ان ,

التفاعل العكسي هو السائد، لأن حاصل ضرب الضغوط الجزئية للنواتج (في البسط) تكون أقل من حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمتفاعلات (في المقام)

التفاعل الطردي هو السائد، لأن حاصل ضرب الضغوط الجزئية للنواتج (في البسط) تكون أكبر من حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمتفاعلات (في المقام)

مثال

التذن التالى : $\mathbf{K_n}$ التفاعل المتزن التالى

$$N_{2(g)} + 2O_{2(g)} = 2NO_{2(g)}$$

(2 atm) ${
m NO}_2$ ولغاز ${
m O}_2$ (1 atm) ${
m O}_2$ ولغاز ${
m O}_2$ ولغاز ${
m O}_2$ (2 atm) والغاز كان الضغط الجزئي لغاز ${
m NO}_2$ ماذا تستنتج من قيمة K

$$K_p = \frac{\left(P_{NO_2}\right)^2}{\left(P_{N_2}\right)\left(P_{O_2}\right)^2} = \frac{(2)^2}{0.2 \times (1)^2} = 20$$

- $K_{\rm p} > 1$ کبیرة $K_{\rm p}$ قیمة $K_{\rm p}$
- .. التفاعل الطردي هو السائد.

الضغط الكلى للتفاعل الغازى

هو مجموع الضغوط الجزئية للغازات المتفاعلة والناتجة من التفاعل الكيميائي عند نفس درجة الحرارة.

والتفاعل الافتراضي الغازي الانعكاسي المتزن التالى:



$$A + B \longrightarrow AB$$

 $P_A = 2 \text{ atm} \qquad P_B = 5 \text{ atm} \qquad P_{AB} = 7 \text{ atm}$

• يكون الضغط الكلى للتفاعل هو مجموع الضغوط الجزئية لغازاته والمرتبطة بعدد مولات كل غاز.

$$\left(P_{AB}\right) + \left(P_{B}\right) + \left(P_{A}\right) = 12$$
 الضغط الكلى للتفاعل :. 14 atm = 7 + 5 + 2 =

مثال 🕜

 $2 {\rm H_2O_{(v)}} \Longrightarrow 2 {\rm H_{2(g)}} + {\rm O_{2(g)}}$ at $500^{\circ}{\rm C}$ عند الاتزان يكون الضغط الجزئي لغاز ${\rm H_2O_{(v)}} = 3.66 \times 10^{-8}$ atm) ولبخار الماء (25.35 atm) ولبخار الماء (25.35 atm) ولبخار الماء (25.35 atm)

(٢) الضغط الكلى للتفاعل،

 $K_{\rm p}$ قيمة ثابت الاتزان (۱)

الحـــل

 $K_{p} = \frac{\left(P_{H_{2}}\right)^{2} \left(P_{O_{2}}\right)}{\left(P_{H_{2}O}\right)^{2}}$ $= \frac{(3.66 \times 10^{-8})^{2} \times (1.83 \times 10^{-8})}{(25.35)^{2}} = 3.8 \times 10^{-26}$ $\left(P_{H_{2}O}\right) + \left(P_{O_{2}}\right) + \left(P_{H_{2}}\right) = 25.35 \text{ atm} = (25.35) + (1.83 \times 10^{-8}) + (3.66 \times 10^{-8}) = 3.8 \times 10^{-8}$

مِثِال 🕜

احسب قيمة ثابت الاتزان K_p التفاعل المتزن التالى :

 $2\text{FeSO}_{4(s)} \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} + \text{SO}_{2(g)} + \text{SO}_{3(g)}$ at 650°C

 $0.9~\mathrm{atm}$ يساوى SO $_3$ ، SO $_2$ يساوى عند الاتزان لغازى يساوى يساوى

الــــــل

 $0.9 \text{ atm} = \left(P_{SO_3}\right) + \left(P_{SO_2}\right) = 100$ ن الضغط الكلى:

«من معادلة التفاعل» SO_3 عدد مولات عدد مولات SO_2

$$\therefore (P_{SO_2}) = (P_{SO_3}) = \frac{0.9}{2} = 0.45 \text{ atm}$$

$$K_p = (P_{SO_2})(P_{SO_3}) = 0.45 \times 0.45 = 0.2$$

تطبيقات على تأثير تغير الضغط على اتزان التفاعلات الكيميائية الانعكاسية مْي ضوء مّاعدة لوشاتيليه

تصنف التفاعلات الغازية الانعكاسية المتزنة تبعًا لعدد مولات المتفاعلات و النواتج إلى :



تفاعلات <mark>لا يتساوى</mark> فيها عدد مولات المتفاعلات مع عدد مولات النواتج

أثر تغير الضغط على آتزان التفاعلات التي لا يتساوي فيها عدد مولات المتفاعلات مع عدد مولات النواتج



في التفاعل الافتراضي الغازي الانعكاسي المتزن التالي :

$$\begin{array}{cccc}
A & + & B & \longrightarrow & AB \\
1 & \text{mol} & 1 & \text{mol} & & & & \\
2 & \text{mol} & > & 1 & \text{mol}
\end{array}$$

(عدد مولات جزيئات النواتج) (عدد مولات جزيئات المتفاعلات)

, طبقًا لقاعدة لوشاتيليه ,

عند خفض الضغط الخارجي

بزيادة حجم وعاء التفاعل برفع المكبس لأعلى



عند زيادة الضغط الخارجي

بتقليل حجم وعاء التفاعل بضغط المكيس لأسفل

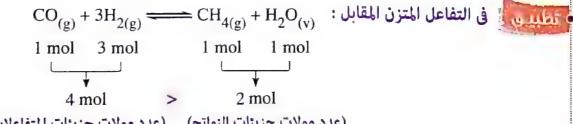


, فإن التفاعل ,

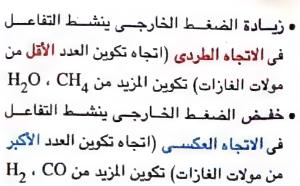
ينشط في الاتجاه العكسي «اتجاه تكوين العدد الأقل من مولات الغازات» «اتجاه تكوين العدد الأكبر من مولات الغازات»

ينشط في الاتجاه الطردي

حتى يعود التفاعل لحالة الاتزان مرة أخرى



(عدد مولات جزيئات النواتج) (عدد مولات جزيئات المتفاعلات)





الامتحان كبمياء - شرح / ٣ ث (م: ١٧)

مثال 🕦

وضع أثر زيادة الضغط ورفع درجة الحرارة – كلًا على حدى – على معدل تكوين غاز النشادر من عنصريه، وضع أثر زيادة الضغط ورفع درجة الحرارة – كلًا على حدى – على معدل تكوين غاز النشادر من عنصريه، $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$ $\Delta H = -92 \text{ kJ}$ تبعًا للمعادلة : $\Delta H = -92 \text{ kJ}$

الحـــل

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} = 2NH_{3(g)}$$
 $\Delta H = -92 \text{ kJ}$
4 mol 2 mol

- * أثر زيادة الضغط: عند زيادة الضغط ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي (اتجاه تكوين العدد الأقل من مولات الغازات) أي يزداد معدل تكوين غاز النشادر.
 - * أثر زيادة درجة الحرارة :
 - $\Delta H = (-)$ التفاعل طارد للحرارة $(-) = \Delta H$).
 - ن عند رفع درجة الحرارة ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي.
 - ت يقل معدل تكوين غاز النشادر.

مثال 🛈

التفاعل الآتي يعبر عن نظام في حالة اتزان:

Energy +
$$N_2O_{4(g)} = 2NO_{2(g)}$$

- (١) وضح أثر العوامل الأتية على اتجاه إزاحة النظام «بدون تفسير».
- NO₂ : إضافة المزيد من المراد
- $N_2\mathrm{O}_4$ ا إضافة المزيد من $N_2\mathrm{O}_4$
- الا) : نزع NO₂ من حيز التفاعل.
- من حيز التفاعل. N_2O_4 نزع
- (٦) : زيادة حجم وعاء التفاعل.
- (٥) : تقليل حجم وعاء التفاعل.
- (٨) : خفض درجة الحرارة.
- (٧) : رفع درجة الحرارة،
- (٢) ما التغير الحادث في لون الخليط الغازي عند زيادة الضغط ؟

- (۱) بزاح التفاعل في الاتجاه الطردي (اتجاه تكوين المزيد من غاز (NO_2) في الحالات (۱) ، (۱) ، (۱) ، (۱) بزاح التفاعل في الاتجاه العكسي (اتجاه تكوين المزيد من غاز (N_2O_4) في الحالات (۲) ، (۱) ، (1) ،
 - (۲) عند زيادة الضغط ينشط التفاعل في اتجاه تكوين العدد الأقل من مولات الغازات (۱تجاه تكوين المزيد من غاز N_2O_4) ولهذا تخف درجة لون غاز NO_2 البني المحمر حتى الزوال.







ا أثر تغير الضغط على اتزان التفاعلات الت<mark>ى يمّساوي</mark> فيها عدد مولات المتفاعلات مع عدد مولات النواتج

 $CO_{(g)} + NO_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + NO_{(g)}$ 1 mol 1 mol 2 mol -2 mol (عدد مولات جزيئات النواتج) (عدد مولات جزيئات المتفاعلات)

نشاط التفاعل في أيًا من الاتجاهين - الطردي أو العكسى - أن يؤثر في عدد مولات الغازات وبالتالى فإن تغيير الضغط الخارجي الواقع على التفاعل لن يؤثر في موضع الاتزان وعليه لا تتغير قيمة ثابت الاتزان K_D له «عند نفس درجة الحرارة»

مثيال

الح

وضع أثر كل مما يأتى على مقدار ثابت الاتزان للتفاعل الانعكاسي المتزن التالى :

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} + Heat = 2NO_{(g)}$$
.[NO] زيادة الضغط.

(١) رفع درجة الحرارة.

في التفاعل المتزن المقابل :

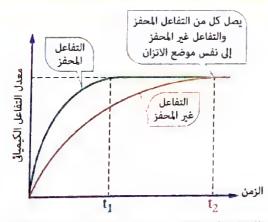
(٢) زيادة الضغط.

(١) عند رفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة، ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي، وبالتالى تزداد قيمة ثابت الاتزان.

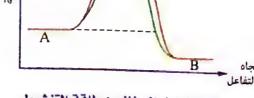
(٢) عند زيادة ضغط تفاعل يتساوى فيه عدد مولات جزيئات المتفاعلات مع عدد مولات جزيئات النواتج، لا تتغير قيمة ثابت الاتزان.

(٢) زيادة تركيز أيًا من المتفاعلات أو النواتج - عند نفس درجة الحرارة - لا يغير من قيمة ثابت اتزان التفاعل.

فسر: يؤثر العامل الحفار في معدل التفاعل الكيميائي ولكنه لا يؤثر في موضع الاتزان في التفاعلات الانعكاسية.



يقلل العامل الحفاز من طاقة التنشيط



طاقة التنشيط قبل العامل الحفاز

يقلل العامل الحفاز من الزمن اللازم لإجراء التفاعل

لأن العامل الحفاز يزيد من معدل التفاعل الكيميائي حيث يقلل من طاقة التنشيط اللازمة لبدء التفاعل ولكنه لا يؤثر في موضع الاتزان لأنه يغير معدل التفاعل الطردي بنفس مقدار تغير معدل التفاعل العكسي.

طاقة التنشيط ربعد العامل الحفاز

مثيال 🛈

 $SO_{3(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$

في التفاعل المتزن المقابل: $\Delta H = (+)$

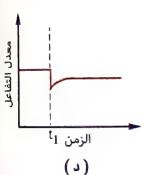
وضح أثر تغير كل مما يأتي على تغيير اتجاه التفاعل:

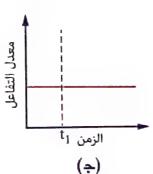
- (١) زيادة تركيز غاز الأكسچين.
 - (٣) زيادة الضغط.

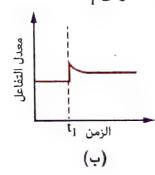
- (٢) رفع درجة الحرارة.
- (٤) إضافة عامل حفاز.

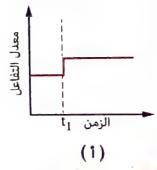
- (١) ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي.
- (٢) : التفاعل ماص للحرارة.
- .: ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي. (٣) ينشط التفاعل في الاتجاه العكسى (اتجاه تكوين العدد الأقل من مولات الغازات).
- (٤) لا يغير من اتجاه التفاعل، لأنه لا يغير من موضع الاتزان (يزداد معدل التفاعل الطردى بنفس مقدار زيادة معدل التفاعل العكسي).

اختر الإجابة الصحيحة: أيًّا من الأشكال البيانية الآتية يعبر عن معدل التفاعل عند إضافة عامل حفاز إلى تفاعل انعكاسى متزن عند الزمن t_1 ؟



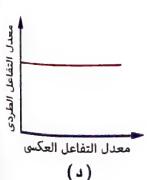


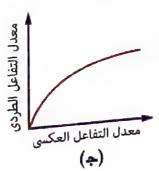




الشكل(1)

أيًا من الأشكال البيانية الآتية تعبر عن العلاقة بين معدل التفاعل الطردي و معدل التفاعل العكسي عند إضافة عامل حفاز للتفاعل المتزن $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$ مع التفسير.









الد

الشكل (ب) / لأنه عند إضافة عامل حفاز إلى تفاعل انعكاسى متزن يزداد معدل التفاعل الطردى بنفس مقداد زيادة معدل التفاعل العكسي.

ملخص تأثير تغير العوامل المختلفة على اتزان التفاعلات الكيميائية الانعكاسية

 تائـيــــره :	(
 Charles and in first order orders were a series or		1 4 6	1,7	11-	3

فاست الاقران

يــزاح التفــاعـــل فــي :

- لا يتأثر، « الاتحاه الطردي.
- لا يتأثر. و الاتجاه العكسي.
- لا يتأثر. • الاتجاه العكسي،
- لا يتأثر. • الاتجاه الطردي.

, يــزاح التفــاعــل فــي : ,

- و يقل. ه الاتجاه العكسي.
- و يزيد، • الاتحاه الطردي.
- يزيد. • الاتحاه الطردي.
- يقل. • الاتجاه العكسي.
- يزاح التفاعل في الاتجاه الذي • لا يتأثر، يكون عدد مولات الغاز فيه أقل.
- لا يتأثر. • يـزاح التفاعل فـي الاتجاه الذي يكون عدد مولات الغار فيه أكبر.
- لا يتأثر. • لا يتأثر.

(١) زيادة تركبز أحد المتفاعلات المناسبة.

- (٢) نقص تركيز أحد المتفاعلات المناسبة.
- (٣) زيادة تركيز أحد النواتج المناسبة.
- (٤) نقص تركيز أحد النواتج المناسبة.

(١) رفع درجة حرارة تفاعل طارد للحرارة.

- (٢) خفض درجة حرارة
- تفاعل طارد للحرارة.
- (٣) رفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة.
 - (٤) خفض درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة.

(١) زيادة الضغط (نقص الحجم).

- (٢) خفض الضغط (زيادة الحجم).
- (٣) زيادة أو خفض الضغط في التفاعلات التي يكون فيها (عدد مولات الغازات المتفاعلة = عدد مولات الغازات الناتجة)

إضافة العوامل الحفازة إلى التفاعلات المتزنة

• لا يتأثر.

• لا يتأثر.

في درجسة المسرارة

عند إضافة عامل حفاز

تصنيف المحاليل تبعا لقدرتها يلس يودييل الدورياء

تصنف المحاليل تبعًا لقدرتها على توصيل الكهرباء، إلى : •

i odeni Aprodego boli ili

محاليل لا توصل التيار الكهربي لعدم احتوائها على أيونات

أمثله

* محلول كلوريد الهيدروچين في البنزين.

* محلول سكر المائدة في الماء.

مدائيل الكتروليتية

محاليل توصل التيار الكهربي عن طريق حركة أيوناتها

تصنف إلى

الكتروليتات ضعيفة

مواد غير تامة التأين توصل التيار الكهربي بدرجة ضعيفة

أمثلـــة

إلكتروليتات قوية

مواد تامة التأين توصل التيار الكهربي بدرجة كبيرة

امثلًـــة

* محلول (أو مصهور) كلوريد الصوديوم NaCl * حمض الهيدروكلوريك HCl

اللحماض والقواعد في صوء أظرية ارهبيبوس

القاعدة

هى المادة التى تذوب فى الماء وتعطى أيونات الهيدروكسيد OH⁻ MOH_(aq) → M⁺(aq) + OH⁻(aq)

الحمض

هو المادة التي تذوب في الماء H^+ وتعطى أيونات الهيدروچين الموجبة H^+ $HX_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + X_{(aq)}^-$

٢ (النحماض القوية

هى الأحماض تامة التأبن في الماء، ويوضع الجدول الآتي معظم الأحماض القوية ومعادلات تأينها:

	معادلة التأين	الحمض
HCl _(aq) –	$H^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$	حمض الهيدروكلوريك
HBr _(aq) –	\rightarrow H ⁺ _(aq) + Br ⁻ _(aq)	حمض الهيدروبروميك
HI _(aq) _	\rightarrow $H^+_{(aq)} + \Gamma_{(aq)}$	حمض الهيدرويوديك
HNO _{3(aq)} —	\rightarrow H ⁺ _(aq) + NO _{3(aq)}	حمض النيــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
HClO _{4(aq)} —	→ H ⁺ _(aq) + ClO _{4(aq)}	حمض البيروكلوريك
H ₂ SO _{4(aq)} —	$\rightarrow 2H^{+}_{(aq)} + SO_{4(aq)}^{2-}$	حمض الكبريتيك

ع القواعد القوية

◄ هن القواعد تامة التأين في الماء، ويوضع الجدولين الآتيين بعض القواعد القوية ومعادلات تفككها:

معادلة التفكك	القاعدة
$NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^{(aq)}$	هيدروكسيد الصوديــوم
$KOH_{(aq)} \longrightarrow K^+_{(aq)} + OH^{(aq)}$	هيدروكسيد البوتاسيوم
	•

بعض هيدروكسيدات فلزات المجموعة (1A)

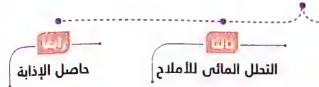
معادلة التفكك	القاعدة
$\operatorname{Ca(OH)}_{2(aq)} \longrightarrow \operatorname{Ca}^{2+}_{(aq)} + 2\operatorname{OH}_{(aq)}$	هيدروكسيد الكالسيوم
$Ba(OH)_{2(aq)} \longrightarrow Ba^{2+}_{(aq)} + 2OH_{(aq)}^{-}$	هيدروكسيد الباريسوم
بيدروكسيدات فلزات المجموعة (2A)	مض ه

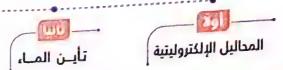
الى ما قبل التحلل المائي للأملاح

تطبيقات قانون فعل الكتلة على حالات الاتزان الأيوني

يستخدم الماء بشكل كبير - كمنيب - في تحضير المحاليل التي تُحدث معظم التفاعلات الكيميائية، وسوف تتركز دراستنا على تطبيقات قانون فعل الكتلة على الاتزان الأيوني للمحاليل المانية،







ولا المحاليل البلكتروليتية

مركبات أيونية

ترتبط أيوناتها الموجبة (الكاتيونات)

بأيوناتها السالبة (الأنيونات)

بقوى جذب إلكتروستاتيكية , مثل ,

ملح كلوريد الصوديوم

تصنف المركبات الكيميانية، إلى :

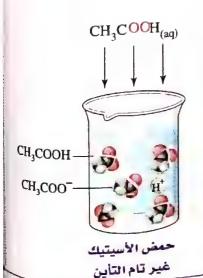
مركبات تساهمية

ترتبط ذراتها بروابط تساهمية

, مثـــل , غاز كلوريد الهيدروچين الجاف حمض الخليك النقى (التلجي)

, وعند ذوبانها في المسأء

يتاين كلوريد الهيدروچين HCl يتأين حمض الخليك CH₃COOH تأينًا محدودًا حدًا



تأبنًا تامًا (أي بنسبة %100 تقريبًا) $HCl_{(g)}$ CO HE CO E CO CO OF HE حمض الهيدروكلوريك

تام التأين

يتفكك كلوريد الصوديوم NaCl إلى أيونات صوديوم موجبة (Na+) وأيونات كلوريد (Cl⁻) NaCl_(s)

> كلوريد الصوديوم يتفكك تمامًا في الماء

ني ضوء ما سبق فإنه يمكن التعبير عن عملية تحول الجزيئات غير المَأْينة إلى أيونات بالتأين.

يصنف التأين إلى:

تأيىن ضعيف

تأيين تسام

الملا بنية ، هو عملية تحول جزء ضئيل من الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات في المحاليل الماثية للإلكتروليتات الضعيفة

هو عملية تحول كل الجزيئات غير التأينة إلى أيونات، في المحاليل المائية للإلكتروليتات القوية

ر يتمثل في ر

التأين الضعيف لمعظم المركبات التساهمية في الماء والذي يعبر عنه بالمعادلة التالية :

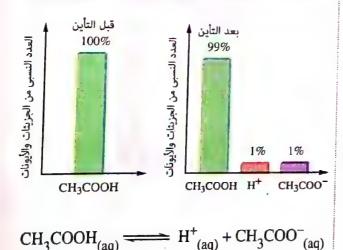
$$XY_{(aq)} \longrightarrow X^+_{(aq)} + Y^-_{(aq)}$$

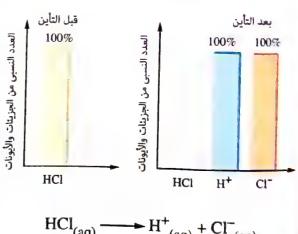
التأين التام لبعض المركبات التساهمية في الماء والذي يعبر عنه بالمعادلة التالية :

$$AB_{(aq)} \longrightarrow A^{+}_{(aq)} + B^{-}_{(aq)}$$

, تطبيق

التأين الضعيف في محلول حمض CH3COOH الضعيف





 $HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl_{(aq)}$

ويمكن الاستدلال على عمليتي التاين التام و التاين الضعيف بإجرا<mark>ء التجربتين التاليتين</mark> :

اختبار التوصيل الكهربى لكل من غاز كلوريد الهيدروچين الذائب فى البنزين وحمض الخليك النقى

• حمض الخليك النقى (الثلجي).

الخطوات

اختبر التوصيل الكهربي لكل من:

• غاز كلوريد الهيدروچين الذائب في البنزين.

المشاهدة

عدم إضاءة المصباح في كلتا الحالتين.

الاستنتاج

محلول غاز كلوريد الهيدروچين في البنزين وحمض الخليك النقى .. كلاهما لا يحتويا على أيونات توصل التيار الكهربي، لذا يعتبرا من اللاإلكتروليتات.

الم المالغ

📢 تأثير التَخفيف على تأين محلولى حمض الهيدروكلوريك و حمض الخليك

الخطوات

اختبر التوصيل الكهربى للمحلول المائى لكل من حمض الهيدروكلوريك وحمض الخليك عندما يكون تركيز كل منهما $0.01\,\mathrm{M}$ منهما $0.01\,\mathrm{M}$ منهما $0.01\,\mathrm{M}$ منهما المائى كل منهما إلى $0.00\,\mathrm{M}$ شم

المشاهدة



في حالة حمض الهيدروكلوريك:

إضاءة المصباح تكون قوية، ولا تتأثر شدة الإضاءة بالتخفيف.

الاستنتاج

حمض الهيدروكلوريك من الأحماض القوية تامة التأين والتى لا يتأثر تأينها بالتخفيف، ويعبر عن تأينه التام بالمعادلة التالية:

 $HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$



في حالة حمض الخليك:

إضاءة المصباح تكون خافتة عندما يكون تركيز الحمض 0.1 M وتزداد شدة الإضاءة بالتخفيف.

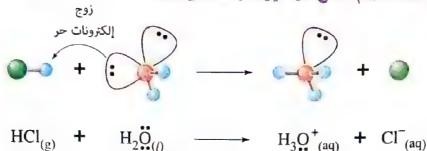
ممض الخليك من الأحماض الضعيفة غير تامة التأين والتى يزداد تأينها بالتخفيف، ويعبر عن تأينه غير التام بالمعادلة التالية:

CH₃COOH_(aq) = CH₃COO⁻(aq) + H⁺(aq)

أيون الهيدرونيوم

◄ وأبون موجب ينتج من اتحاد جزىء ماء مع أيون هيدروچين موجب ناتج من تأين الأحماض في محاليلها المائية.

أيون الهيدرونيوم الناتج من تأين غاز HCl في الماء:

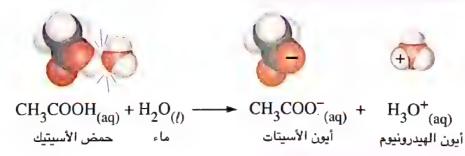


 لا يتواجد أيون الهيدروچين الموجب (البروتون) + H الناتج من تأين الأحماض في محاليلها المائية منفردًا، لارتباط (انجذاب) أيون +H مع أحد زوجي الإلكترونات الحرة الموجودين على ذرة أكسچين جزى الماء برابطة تناسقية، مكونًا أيون الهيدرونيوم +H₃O، لذا يسمى بالبروتون المماه.

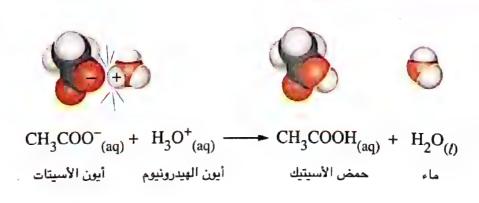
الدتزان الأيونى فى الدلكتروليتات الضعيفة

◄ عند حدوث التأين الضعيف للمركبات التساهمية في الماء، فإن جزء ضئيل من جزيئاتها يتحول إلى أيونات، ويظهر في المحلول حالتين متعاكستين، هما ،

• 👣 تأين القليل من الجزيئات إلى أيونات



🔙 اتحاد الأيونات معًا مكونة جزيئات



▶ وبمرور الزمن تنشأ حالة من الاتزان الديناميكي بين الجزيئات غير المتأينة والأيونات الناتجة.

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

وتعرف هذه الحالة من الاتزان الديناميكي بالاتزان الأيوني وهو الاتزان الناشئ في محاليل الإلكتروليتات الضعيفة
 بين جزيئاتها والأيونات الناتحة عنها.

فسس : لا يطبق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات القوية.

لأن محاليل الإلكتروليتات القوية تامة التأين، لذا فهي لا تحتوى على جزيئات غير متأينة.





Ostwald

- تمكن العالم استفالد (1888) من إيجاد العلاقة بين درجة التأين (التفكك) (α)
 تقرأ ألفا والتركيز C) mol/L لحاليل الإلكتروليتات الضعيفة،
- ◄ عند إذابة حمض ضعيف التأين أحادى البروتون صيغته الافتراضية HA
 في الماء، فإنه يتأين تأينًا غير تام، تبعًا للمعادلة :

$$HA_{(aq)} \longrightarrow H^{+}_{(aq)} + A^{-}_{(aq)}$$

◄ وإذا افترضنا أن :

کما پتضح فیما پلی :

- عدد مولات HA قبل التأين يساوي 1 mol في محلول حجمه V (L)
 - عدد مولات HA المتأينة يساوى MOl (α)

♦ فإن :

- (α) mol عدد مولات کل من A^- ، A^- الناتجين عند الاتزان يساوی A^- ، A^+
 - عدد مولات HA غير المتأينة عند الاتزان يساوى mol عدد مولات
 - $\frac{1}{V}$ mol/L یساوی (C) HA ترکیز

, ولتعيين تركيزات المواد عند الاتزان نجرى الحسابات التالية :

	HA	H+ -	A-
عدد المولات قبل التأين	1 mol	0 mol	0 mol
عدد المولات بعد التأين وعند حدوث الاتزان	$(1-\alpha)$ mol	α mol	α mol
الترکیزات بعد التأین وعند حدوث الاتزان	$\frac{(1-\alpha)}{V} \Rightarrow \frac{1}{V} (1-\alpha)$	$\frac{\alpha}{V} \Rightarrow \frac{1}{V} \alpha$	$\frac{\alpha}{V} \Rightarrow \frac{1}{V} \alpha$
	$C(1-\alpha)$	Сα	Сα

بالتعويض في قانون فعل الكتلة :

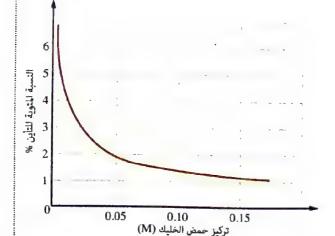
$$\therefore K_{\mathbf{a}} = \frac{[\mathbf{H}^{+}][\mathbf{A}^{-}]}{[\mathbf{H}\mathbf{A}]} = \frac{\mathbf{C} \alpha \cdot \mathbf{C} \alpha}{\mathbf{C} (1 - \alpha)} = \frac{\mathbf{C}^{2} \alpha^{2}}{\mathbf{C} (1 - \alpha)} = \frac{\mathbf{C} \alpha^{2}}{(1 - \alpha)}$$

∵ الحمض HA ضعيف (مقدار ما يتأين منه (α) ضئيل جدًا لدرجة إمكانية إهماله)،

فإنه يتم اعتبار المقدار (α – 1) مساويًا الواحد الصحيح.

$$\therefore K_a = C \alpha^2 \qquad \alpha^2 = \frac{K_a}{C}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$$



تزداد درجة تأين حمض الخليك بزيادة التخفيف (للإيضاج فقط)

وتعرف هذه العلاقة باسم قانون استفالد للتخفيف،
 وهو ينص على إنه عند ثبوت درجة الحرارة، فإن درجة تأين
 الإلكتروليتات الضعيفة (α) تزداد بزيادة التخفيف.

▶ كلما زاد التخفيف (قل تركيز الإلكتروليت الضعيف)،
 زادت درجة تايله (تفككه) والعكس صحيح، لتظل
 قيمة ثابت التأين K_a ثابتة عند ثبوت درجة الحرارة.

• ويوضح الجدول الأتى الترتيب التنازلي لبعض الأحماض الضعيفة، تبعًا لتناقص قوتها : (at $25^{\circ}\mathrm{C}$) $\mathrm{K_{a}}$ على التأين في الماء)، بدلالة قيمة ثابت تأينها (قدرتها على التأين في الماء)

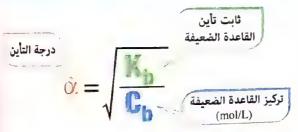
	K _a ثابت التأين	الصيغة الجزيئية	الحمض
اگنى قوة الأحماض بتناقص قيم $_{ m L}$ لها $_{ m L}$	1.7×10^{-2} 6.7×10^{-4} 5.1×10^{-4} 1.8×10^{-5} 4.4×10^{-7} 5.8×10^{-10}	H_2SO_3 HF HNO_2 CH_3COOH H_2CO_3 H_3BO_3	حمض الكبريتـــوز حمض الـهيدروفلوريك حمض النيــــروز حمض الأســـيــيـك حمض الكـربــونيــك حمض الكـربــونيــك
	1	5 5	

(الجدول للإيضاج فقط)

تطبيق قانون استفالد

على :

قاعيدة ضعيفية base



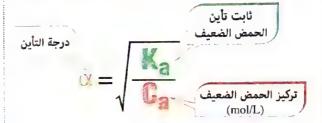


احسب درجة تأين محلول الأمونيا (NH_{3(aq)} تركيزه at 25°C) 0.01 M)، علمًا بأن 1.8×10^{-5} ثابت تأينه

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C_b}} = \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-5}}{0.01}} = 4.24 \times 10^{-2}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{\frac{7.2 \times 10^{-10}}{0.1}} = 8.5 \times 10^{-5}$$

حميض ضعييف acid



احسب فرجة تأين حمض الهيدروسيانيك، تركيزه at 25°C) 0.1 M)، علمًا بأن 7.2×10^{-10} ثابت تأينه

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{\frac{7.2 \times 10^{-10}}{0.1}} = 8.5 \times 10^{-5}$$

$(K_a = 1.8 \times 10^{-5})$ وثابت تأينه 0.42%، وثابت تأينه (CH₃COOH) إذا علمت أن نسبة تأينه (0.42%، وثابت تأينه (1.8 × 10⁻⁵)

$$\alpha = \frac{0.42}{100} = 0.0042$$

$$C_a = \frac{K_a}{\alpha^2} = \frac{1.8 \times 10^{-5}}{(0.0042)^2} = 1.02 \text{ M}$$

ميال 🔞

يستخدم البنسلين كمضاد حيوى، وهو عبارة عن حمض ضعيف درجة تأينه 2×10^{-2} في محلول حجمه 1 L ويحتوى على 0.25 mol من البنسلين، احسب ثابت تأين البنسلين.

$$C_a = \frac{0.25}{1} = 0.25 \text{ M}$$

$$K_a = C_a \times \alpha^2 = 0.25 \times (2 \times 10^{-2})^2$$
$$= 1 \times 10^{-4}$$

ميال 🗿

حمض ضعیف أحادی البروتون درجة تأینه 0.008 (عند درجة حرارة 2° C) فی محلول ترکیزه 0.15~M احسب درجة تأینه فی محلول ترکیزه 0.1~M عند نفس درجة الحرارة، وماذا تستنتج من الناتج 0.1~M

الحسل

ت قيمة Ka ثابتة للحمض الواحد عند ثبوت درجة الحرارة.

$$C_1 \times \alpha_1^2 = C_2 \times \alpha_2^2$$

$$0.15 \times (0.008)^2 = 0.1 \times \alpha_2^2$$

$$\therefore \ \alpha_2 = \sqrt{\frac{0.15 \times (0.008)^2}{0.1}} = \mathbf{0.0098}$$

* الاستنتاج: تزداد درجة التأين بزيادة التخفيف (نقص التركيز) عند ثبوت درجة الحرارة، طبقًا لقانون استفالد.

حساب تركيز أيون الهيدرونيوم [+H₃O] في معاليل الأحماض الضعيفة

• يتأين حمض الأسيتيك (تركيزه C_a) في الماء، تبعًا للمعادلة :

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow CH_3COO_{(aq)}^- + H_3O_{(aq)}^+$$

وبنفس كيفية كتابة معادلة ثابت الاتزان K_c ، فإنه يمكن كتابة معادلة ثابت التأين K_a لحمض الأسيتيك، كالتالى :

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

ن عدد مولات أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ عدد مولات أيونات CH_3COO^- «من معادلة التأين» وحجم المحلول ثابت. CH_3COO^- = $[H_3O^+]$.:

يمكن كتابة المعادلة (1) على الصورة التالية :

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{[CH_3COOH]}$$

·· درجة التأين (α) لحمض الأسيتيك الضعيف تمثل مقدار ضئيل، يمكن إهماله.

 (C_a) يمكن اعتبار أن تركيز الحمض عند الاتزان [CH3COOH] = تركيز الحمض قبل التأين : يمكن اعتبار أن تركيز الحمض عند الاتزان .

وبالتالى يمكن كتابة المعادلة (2) على الصورة التالية :

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a}$$
 [H_3O^+]² = $K_a \times C_a$

• وبذلك يمكن حساب تركيز أيون الميدرونيوم في محاليل الأحماض الضعيفة من العلاقة :

تركيز أيونات الهيدرونيوم في محلول الحمض الضعيف



مثال

احسب تركيز أيون الهيدرونيوم في محلول تركيزه M 0.1 من حمض الأسيتيك (25° C)، علمًا بأن ثابت تأينه 1.8×10^{-5}

الحـــل

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \times C_a}$$

= $\sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.1} = 1.342 \times 10^{-3} \text{ M}$

(lpha) معلومية درجة تأينه (H_3 0+) في محلول حمض ضعيف تركيزه (H_3 0) بمعلومية درجة تأينه

$$[H_3O^+] = \sqrt{C_a \times K_a}$$

$$: K_a = C_a \times \alpha^2$$

$$\therefore [H_3O^+] = \sqrt{C_a^2 \times \alpha^2}$$

$$\therefore [H_3O^+] = C_a\alpha$$

وثيال

احسب تركيز أيون الهيدرونيوم في محلول تركيزه 0.1 M من حمض الأسيتيك، علمًا بأن نسبة تأينه %1.34

$$\alpha = \frac{1.34}{100} = 1.34 \times 10^{-2}$$

$$[H_3O^+] = \alpha C_a$$

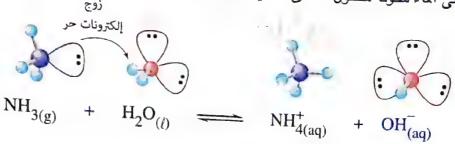
= 1.34 × 10⁻² × 0.1 = 1.34 × 10⁻³ M

188

حساب تركيز أيون الهيدروكسيل [־OH] فن محاليل القواعد الضعيفة

القواعد الضعيفة هي القواعد التي تتأين جزئيًا في المحاليل المائية.

يذوب غاز NH₃ في الماء مكونًا محلول قاعدى ضعيف التأين؛ تبعًا للمعادلة:



ويمكن كتابة معادلة ثابت التأين \mathbf{K}_{b} للنشادر، كالتالى :

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$
 (1)

: عدد مولات أيونات الهيدروكسيل OH = عدد مولات أيونات الأمونيوم NH₄ «من معادلة التأين» وحجم المحلول ثابت.

$$[NH_4^+] = [OH^-]$$
 ::

يمكن كتابة المعادلة (1) على الصورة التالية :

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{[NH_3]}$$

: درجة التأين (a) للقاعدة الضعيفة تمثل مقدار ضئيل، يمكن إهماله.

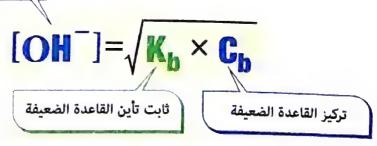
 (C_h) يمكن اعتبار أن تركيز القاعدة عند الاتزان $[NH_3] = [NH_3]$.. يمكن اعتبار أن تركيز القاعدة عند الاتزان

وبالتالى يمكن كتابة المعادلة (2) على الصورة التالية:

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_b}$$
 $[OH^-]^2 = K_b \times C_b$

وبذلك يمكن حساب تركيز أيون الهيدروكسيل في محاليل القواعد الضعيفة من العلاقة :

تركيز أيونات الهيدروكسيل في محلول القاعدة الضعيفة



وثيال

(at 25°C) CH_3NH_2 من الميثيل أمين $0.2\,M$ من الميثيل أمين $0.5\,M$ من الميثيل أمين $0.5\,M$ معلول تركيزه $0.5\,M$ معلول تركيزه $0.5\,M$ معلول تركيزه $0.5\,M$ معلول تركيزه أبين ثابت تأينه $0.5\,M$

الحسل

$$[OH^{-}] = \sqrt{K_b \times C_b} = \sqrt{3.6 \times 10^{-4} \times 0.2} = 8.5 \times 10^{-3} M$$

حساب تركيز أيون الهيدروكسيل [־OH] فى محلول قاعدة ضعيفة تركيزها C_b بمعلومية درجة تأينها (α)

$$[OH^{-}] = \sqrt{C_b \times K_b}$$

$$K_b = C_b \times \alpha^2$$

$$\therefore [OH^{-}] = \sqrt{C_b^2 \times \alpha^2}$$

$$\therefore [OH^{-}] = C_b \alpha$$

وثيال

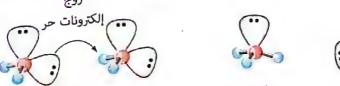
احسب تركيز أيون الهيدروكسيل في محلول تركيزه M 0.1 M من هيدروكسيد الأمونيوم، علمًا بأن نسبة تأينه %1.27

$$\alpha = \frac{1.27}{100} = 1.27 \times 10^{-2}$$

$$[OH^{-}] = \alpha C_b = 1.27 \times 10^{-2} \times 0.1 = 1.27 \times 10^{-3} M$$

النيال تأين الماء

الماء النقى إلكتروليت ضعيف، يوصل التيار الكهربى بدرجة ضعيفة جدًا، ويعبر عن تأينه بالمعادلة المتزنة التالية : نوج



 $H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

والتبسيط يمكن كتابة المعادلة على الصورة التالية:

$$H_2O_{(l)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

ويتطبيق قانون فعل الكتلة، فإنه يمكن كتابة ثابت اتزان تأين الماء $(\mathbf{K}_{\mathbf{w}})$ ، كانتائى ،

$$K_{w} = [H^{+}][OH^{-}]$$

. ويُعرف حاصل ضرب تركيزي أيون الهيدروچين و أيون الهيدروكسيل الناتجين من تأين الماء باسم الحاصل الأبوني للماء (at 25°C) 1×10^{-14} بهو مقدار ثابت بساوی

$$K_w = [H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

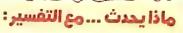


المحلول المتعادل

$$[H^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ M} = [OH^-]$$

وحيث أن الماء النقى متعادل التأثير على عباد الشمس. : تركين أيون الهيدروجين المسئول عن الحامضية يساوى تركيز أيون الهيدروكسيل المسئول عن القاعدية $\therefore [H^+] = [OH^-] = \sqrt{1 \times 10^{-14}}$

 $= 1 \times 10^{-7} \,\mathrm{M} \,(\mathrm{at}\,25^{\circ}\mathrm{C})$







المحلول القاعدي

$$[H^+] < 1 \times 10^{-7} M < [OH^-]$$

$$H_2O_{(\ell)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$
 $KOH_{(aq)} \longrightarrow K^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

 $1 \times 10^{-7} \,\mathrm{M}$ عن $[\mathrm{OH}^-]$ يزداد $1 \times 10^{-7} \, \mathrm{M}$ وبالتالى يقل $[\mathrm{H^+}]$ عن

(١) عند إضافة حمض إلى الماء النقي.



المحلول الحامضي

$$[H^+] > 1 \times 10^{-7} \text{ M} > [OH^-]$$

$$H_2O_{(\ell)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$
 $HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

 $1 \times 10^{-7} \,\mathrm{M}$ يزداد [H⁺] عن $1 \times 10^{-7} \, \mathrm{M}$ عن $\mathrm{OH^{-1}}$ وبالتالى يقل

, التفسير ,

حتى يظل حاصل ضرب تركيزيهما مقدار ثابت (at 25°C) $[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$

ملحوظة

إذا عُرف أيًا من $[H^+]$ أو $[OH^-]$ في أي محلول مائي،

فإنه يمكن حساب تركيز الأيون الآخر المجهول من القانون :

$$K_{\rm w} = [{\rm H}^+] [{\rm OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$$

والذي يمكن كتابته على الصورة:

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

الجدول التالى يوضح العلاقة بين $[H_3O^+]$ ، $[H_3O^+]$ لبعض المحاليل المائية :

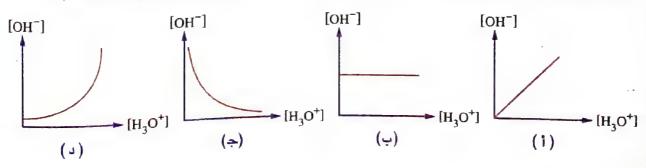
$K_{w} = [H_{3}O^{+}][OH^{-}]$	[OH ⁻]	$[H_3O^+]$	محلول
1×10^{-14}	$1 \times 10^{-13} \mathrm{M}$	$1 \times 10^{-1} \text{ M}$	حمض قوی (HX) ترکیزه 0.1 M
1×10^{-14}	$1 \times 10^{-12} \mathrm{M}$	$1 \times 10^{-2} \text{ M}$	حمض قوی (HX) ترکیزه 0.01 M
1×10^{-14}	$1 \times 10^{-1} \text{ M}$	$1 \times 10^{-13} \text{ M}$	قاعدة قوية (MOH) تركيزها 0.1 M
1×10^{-14}	$1 \times 10^{-2} \text{ M}$	$1\times10^{-12}\mathrm{M}$	قاعدة قوية (MOH) تركيزها. M 0.01

«الجدول للإيضاج فقط»

مثال 🐠

اختر الإجابة الصحيحة، مع التفسير:

 $^{\circ}$ (at 25°C) في المحاليل المائية يُعبر عن العلاقة بين $^{+}$ $[H_{3}O^{+}]$ و $[OH^{-}]$ في المحاليل المائية



الحـــل

الشكل (ج) $\sqrt{$ لأن الزيادة في $[H_3O^+]$ يتبعها نقص في $[OH^-]$ ، حتى يظل حاصل ضرب تركيزيهما مقدار ثابت $(^{-14} \times 10^{-14})$.

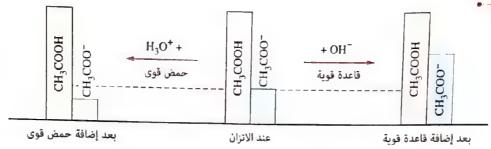
NEA.

مثال 🛈

كيف تؤثر التغيرات الآتية على تركيز أيون الأسيتات ؟ مع التفسير :

- (١) إضافة قطرات من حمض الهيدروكلوريك HCl
- (٢) إضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH

الحـــل



- (١) إضافة حمض HCl يزيد من [H₃O⁺] في المحلول، وهو ما يؤدي إلى زيادة معدل التفاعل العكسي طبقًا لقاعدة لوشاتيليه وبالتالي بقل تركيز أيونات الأسيتات في خليط التفاعل.
- (٢) إضافة محلول NaOH يؤدى إلى نزع أيونات H_3O^+ من المحلول، وهو ما يؤدى إلى زيادة معدل التفاعل الطردى طبقًا لقاعدة لوشاتيليه، وبالتالى يزداد تركيز أيونات الأسيتات في خليط التفاعل.

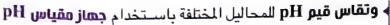
النس الهيدروچينس pH و النس الهيدروكسيلي pOH

لعلك لاحظت من الأمثلة السابقة أن :

قيم تركيزات أيونات الهيدرونيوم (H_3O^+) وقيم تركيزات أيونات الهيدروكسيل (OH^-) في المحاليل المائية تكون صغيرة نسبيًا لذا اقترح العلماء مقياسًا أسهل يُعبر بموجبه عن تركيز كل منها بأرقام بسيطة، أطلق عليها اسم:

الأس الهيدروچيني (pH) هـو أسلــوب للتعبير عن درجة حموضة أو قاعدية المحاليل المائية بأرقام متسلسلة موحية من (zero : 14).







قياس قيمة pH

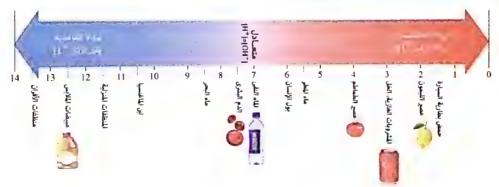
لعصير برتقال

لمحلول بيكريونات سوديوم

◄ يتوقف نوع المحلول على قيمتى pOH ، pH له، كما يتضبح من الجدول التالى :

المحلول	الحمضي	المتعادل	القاعدى
pH قيمة	أقل من 7	تساوی 7	أكبر من 7
pOH قيمة	أكبر من 7	تساوی 7	أقل من 7

· ويتضح من الشكل التالي والذي يمثل مقياس pH، أن :



- قوة المحلول الحامضي تزداد، كلما اقتربت قيمة pH له من المقدار 0
- قوة المحلول القاعدي تزداد، كلما اقتربت قيمة pH له من المقدار 14

، وتتوقف قيمة pH للمحلول على تركيز كل من :

• أيون الهيدروكسيل السالب OH

• أيون الهيدروچين الموجب +H

حيث تؤدى الزيادة في تركيز أيًا من +H أو OH إلى تغيير قيمة pH للمحلول.

مثال 🛈

 $1.5 \times 10^{-2} \, \mathrm{M}$ فيه يساوى $\mathrm{H_{3}O^{+}}$ احسب مقدار PH لمحلول حامضى تركيز أيونات الهيدرونيوم

لحـــل

$$pH = -log [H^+] = -log (1.5 \times 10^{-2}) = 1.824$$

10.

ميال 🛈

 1.8×10^{-5} لحلول هيدروكسيد الأمونيوم تركيزه $0.1~{
m M}$ علمًا بأن ثابت تأينه ${
m pOH}$

الحـــا

$$[OH^{-}] = \sqrt{C_b \times K_b} = \sqrt{0.1 \times 1.8 \times 10^{-5}} = 1.34 \times 10^{-3} M$$

 $pOH = -log [OH^{-}] = -log (1.34 \times 10^{-3}) = 2.87$

مثال 🛈

وضع بالحسابات الكيميائية أيهما تكون قيمة pH له أكبر .. حمض نيتريك تركيزه M 0.2 M وماذا تستنتج ؟

الحـــل

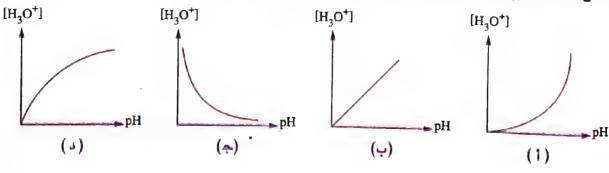
$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + SO_{4(aq)}^{2-}$$
 $1 M \qquad 2 M \qquad 1 M \qquad 1 M \qquad 1 M \qquad 1 M \qquad 0.2 M \qquad ? M \qquad 0.2 M \qquad ? M \qquad [H^+] = ^32 \times 0.2 = 0.4 M \qquad [H^+] = 1 \times 0.2 = 0.2 M \qquad pH = -\log (0.4) = 0.4 \qquad pH = -\log (0.2) = 0.7$

.: قيمة pH لحمض نيتريك تركيزه M 0.2 أكبر من قيمة pH لحمض كبريتيك تركيزه M 0.2 M يستنتج من ذلك أن حمض الكبريتيك أقوى من حمض النيتريك، عند تساوى تركيزيهما.

وثيال 🔞

اختر الإجابة الصحيحة، مع التفسير:

أيًا من الأشكال البيانية الآتية تعبر عن العلاقة بين [+H3O] و pH للمحلول الواحد (عند ثبات درجة الحرارة) ؟



الحـــل

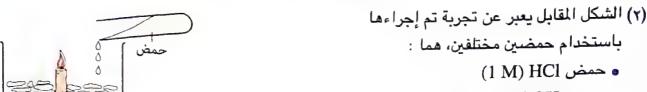
الشكل (ج) / لأن الزيادة في [H3O+] يتبعها نقص في قيمة pH للمحلول الواحد،

 $pH = -log [H_3O^+]$: تبعًا للعلاقة

مثيال

يتفاعل ملح كربونات الكالسيوم مع حمض الهيدروكلوريك مكونًا غاز CO₂ الذي لا يساعد على الاشتعال:

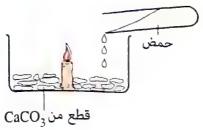
(١) ما قيمة pH للمحلول الناتج «بفرض عدم ذوبان الغاز الناتج فيه» ؟ مع تعليل إجابتك.



• حمض HCl) مصف

• حمض CH₃COOH حمض

مع أيًّا من الحمضين ينطفئ لهب الشمعة سريعًا ؟ مع تعليل إجابتك.



$$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$
 (1)

الناتج من التفاعل يكون محلول متعادل. $CaCl_2$ الناتج من التفاعل يكون محلول متعادل.

(۲) مع حمض الكار الذي يعمل على التأين فيكون معدل تصاعد غاز CO - الذي يعمل على إطفاء لهب الشمعة – أسرع،

العلاقة بين قيميس (ÞH) و (pOH) للمطول الواجد

 $^\circ$ عند $^\circ$ C عند $^\circ$ C عند $^\circ$ C عند أخذ اللوغاريتم السالب $^\circ$ C عند $^\circ$ C

$$\therefore pH + pOH = 14$$

أداء ذاتي $: (at 25^{\circ}C) \text{ K}_{w} = 1 \times 10^{-14}$ أكمل الجدول التالي، علمًا بأن

نوع المحلول	рОН	рН	[OH-]	[H ⁺]	
قاعدی	3	11	1×10^{-3}	1×10^{-11}	7,
	******		1×10^{-5}		4
	********	6	*********		Ψ.
	12				٤

مثيال 🕦

احسب التركيز المولاري لايون [+430] في كل من :

- (۱) عصير البرتقال (pH = 3.3).
- (٢) عصير الطماطم (pOH = 10).

الحــــل

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3.3} = 5 \times 10^{-4} M$$
 (1)

$$pH = 14 - pOH \tag{7}$$

pH = 14 - 10 = 4

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-4} M$$

خطوات الحل باستخدام الألة الحاسبة

$$[H_3O^+] = \text{shift} \longrightarrow \log \longrightarrow - pH$$
 قيمة = $=$ [H_3O^+] = shift $\log - 3.3 = 5 \times 10^{-4} \, \text{M}$ (۱)

$$[H_3O^+] = \text{shift log} - 4 = 10^{-4} \,\text{M}$$
 (7)

هاذا يحدث لقيمة كل من PH و pOH عند:

عن 7 وتزداد قيمة pOH



(۲) إضافة قاعدة إلى الماء النقى. يزداد [OH⁻]

وبالتالى تزداد قيمة pH للمحلول المتكون عن 7 وتقل قيمة pOH

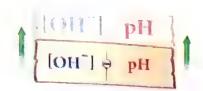
(١) إضافة حمض إلى الماء النقى.

يزداد [H+] وبالتالى تنخفض قيمة pH للمحلول المتكون

حتى يظل pH + pOH = 14 فى الظروف القياسية

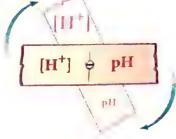
مما سبق يمكن استنتاج أن :

[OH], pH (1)



علاقة طردية الزيادة في [OH] يتبعه زيادة في قيمة pH للمحلول الواحد

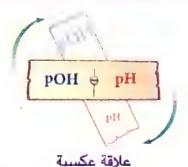
[H⁺] _{pH} 🐠



علاقة عكسية الزيادة في [H+] يتبعه نقص في قيمة pH للمحلول الواحد

рОН рН 🕜

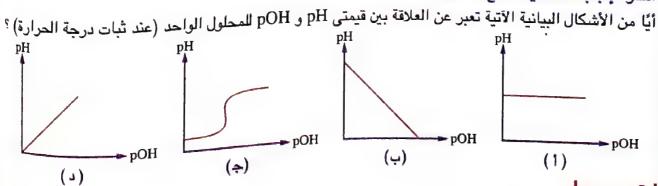
العلاقسة بيسن



الزيادة في قيمة pOH يتبعها نقص في قيمة pH للمحلول الواحد، بحيث يظل مجموعهما مساويًا 14 في الظروف القباسية

مثيال

اختر الإجابة الصحيحة، مع التفسير:



الشكل (ب) / لأن الزيادة في قيمة pOH يتبعها نقص في قيمة pH لنفس المحلول، بحيث يظل مجموعهما دائمًا مساويًا 14 कृष्ण हैं

العلاقة بين قيمتى K_b، K_a للمحلول الواحد عند ثبات درجة الحرارة

يتأين حمض الأسيتيك في الماء، تبعًا للمعادلة :

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$\therefore K_a = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

يذوب أيون الأسيتات في الماء لتكوين حمض الأسيتيك، تبعًا للمعادلة :

$$CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow CH_3COOH_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$\therefore K_b = \frac{[CH_3COOH][OH^*]}{[CH_3COO^*]}$$

، بضرب المعادلتين 1 ، 2 :

$$K_a K_b = \frac{\text{[CH}_3 \text{COO}^-\text{]} [\text{H}_3 \text{O}^+\text{]}}{\text{[CH}_3 \text{COO}^-\text{]}} \times \frac{\text{[CH}_3 \text{COO}^-\text{]} [\text{OH}^-\text{]}}{\text{[CH}_3 \text{COO}^-\text{]}}$$

$$K_a K_b = [H_3 O^+] [OH^-]$$

$$K_{w} = [H_{3}O^{+}][OH^{-}]$$

$$\therefore K_w = K_a K_b$$

مثيال 🛈

يذوب أيون البيكبريتات في الماء مكونًا أيون الكبريتات، كالتالى:

$$HSO_{4(aq)}^{-} + H_2O_{(l)} \longrightarrow SO_{4(aq)}^{2-} + H_3O_{(aq)}^{+}$$

$$K_a = 1.2 \times 10^{-2}$$

ويذوب أيون الكبريتات في الماء مكونًا أيون البيكبريتات، كالتالي :

$$SO_{4(aq)}^{2-} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow HSO_{4(aq)}^- + OH_{(aq)}^-$$

$$K_b = ?$$

احسب قيمة Kb لهذا المحلول المائي.

الحسال

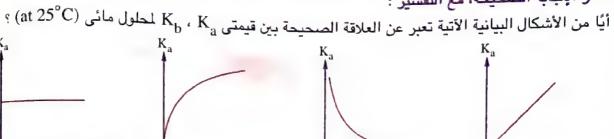
$$K_w = K_a K_b$$

$$1 \times 10^{-14} = 1.2 \times 10^{-2} \times K_{b}$$

$$K_b = \frac{1 \times 10^{-14}}{1.2 \times 10^{-2}} = 8.3 \times 10^{-13}$$

مثال 🕜

اختر الإجابة الصحيحة، مع التفسير:



الحـــل

(1)

 K_b في K_a نقص في قيمة K_a ، بحيث يظل حاصل ضرب K_b في K_a نقص في قيمة K_a ، بحيث يظل حاصل ضرب K_b في K_a في K_b في K_a مساويًا لقيمـة K_a النادة في قيمة K_a نقص في قيمة K_a ، بحيث يظل حاصل ضرب K_a في K_a ف

احرص على اقتناء

الامتحان 2021

(ج)

(4)

للثانوية العامة بنظام Open Book

ملفص القوانين :



القاعدة الضعيف ق

الموسق القميم

α (التفكك) α درجة التأين

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C_b}}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}}$$

تركيز أيون الهيدروكسيل [OH]

$$[OH^-] = \sqrt{K_b \times C_b}$$

$$[OH^-] = \alpha C_b$$

$$[OH^{-}] = \frac{K_{w}}{[H^{+}]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{[H^{+}]}$$

$$[\mathrm{OH}^-] = 10^{-\mathrm{pOH}}$$

تركيز أيون الهيدرونيوم [H3O+]

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \times C_a}$$

$$[H_3O^+] = \alpha C_a$$

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{[OH^-]}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

$(K_w$ الحاصل الأيونى للماء

$$K_w = [OH^-][H_3O^+] = 1 \times 10^{-14}$$

$$pH + pOH = 14$$

$$K_w = K_a K_b$$

pOH الأس الهيدروكسيلي

$$pOH = -\log [OH]$$

$$pOH = 14 - pH$$

الأس الهيدروچيني pH

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

$$pH = 14 - pOH$$

مثال 🕥

pH = 2.63 من حمض النيتروز MO_2 علمًا بأن قيمة MO_2 احسب قيمة MO_2 المسب قيمة MO_2 المسب قيمة MO_2

الحـــل

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-2.63} = 2.3 \times 10^{-3} \text{ M}$$

 $[H_3O^+] = \sqrt{K_a \times C_a}$

$$\therefore K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_3} = \frac{(2.3 \times 10^{-3})^2}{0.01} = 5.29 \times 10^{-4}$$

وثيال 🛈

المعادلة الآتية توضح تأين هيدروكسيد الأمونيوم، تركيزه M 0.01 في محلوله المائي :

$$NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow NH_{4(aq)}^+ + OH_{(aq)}^-$$

 1.8×10^{-5} فإذا كان ثابت تأين القاعدة

(٢) تركيز أيون الهيدروكسيل في المحلول.

(١) درجة تأين القاعدة.

- (٤) الرقم الهيدروجيني للمحلول.
- (٣) الرقم الهيدروكسيلي المحلول.

الدــــل

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C_b}} = \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-5}}{0.01}} = 0.04$$

$$[OH^{-}] = \sqrt{K_b \times C_b} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.01} = 4 \times 10^{-4} M$$
 (7)

$$pOH = -log [OH^{-}] = -log (4 \times 10^{-4}) = 3.4$$
 (7)

∴ pH =
$$14 - pOH$$
 ∴ pH = $14 - 3.4 = 10.6$ (1)

وثيال 🕜

إذا كانت درجة تأين حمض عضوى ضعيف أحادى البروتون تركيزه 0.2 M تساوى 3% احسب قيمة pOH للمحلول.

الحسل

$$\alpha = \frac{3}{100} = 0.03$$

$$[H_3O^+] = \alpha C_a = 0.03 \times 0.2 = 6 \times 10^{-3} M$$

$$PH = -\log [H_3O^+] = -\log (6 \times 10^{-3}) = 2.22$$

$$POH = 14 - pH = 14 - 2.22 = 11.78$$

الى الممالية اليساية

ثالثًا التحلل المائين للأملاح (التميؤ)

· التميؤ (الإماهة) هي عملية ذوبان اللح في الماء وتكوين الحمض والقلوي الشتق منهما الملح.

◄ عملية التميؤ عكس عملية التعادل، لأن في عملية التميؤ يذوب الملح في الماء مكونًا الحمض والقلوى المشتق منهما الملح، بينما في عملية التعادل يتفاعل الحمض مع القلوى مكونًا الملح والماء،

🔩 مفهوم التحلل المائى للأملاح (التميؤ)

الخطوات

اختبر المحاليل الموجودة في أنابيب الاختبار الآتية بقطرات من دليل الميثيل البرتقالي.

الملاحظة

- - يتلون المحلول باللون البرتقالي. ▼ محلول NaCl متعادل.
- ♦ الأنبوية الرابعة : محلول أسيتات (خلات) الأمونيوم. ◄ يتلون المحلول باللون البرتقالي. ◄ محلول CH3COONH4 متعادل.

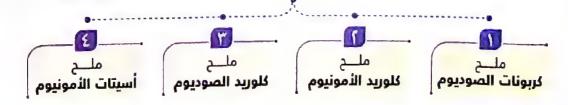
الاستنتاج

- الأنبوبة الأولى: محلول كربونات الصوديوم.
 - الأنبوبة الثانية : محلول كلوريد الأمونيوم.
 - الأنبوية الثالثة: محلول كلوريد الصوديوم.

الخواص الحامضية و القاعدية لمحاليل الأملاح المائية

◄ تتوقف الخاصية الحامضية أو القاعدية للمحلول المائي للملح على قوة كل من الحمض والقاعدة المشتق منهما الملح. وهو ما سوف يتضح من دراسة التحلل الماني (التمية)

للأملاح التالية :



تنبيؤ ملح فريونات السوديومي Na,CO

ملخ كربونات الصوديوم Na₂CO₃ ملخ

مشتـق من ,

قاعدة قوية : ميدروكسيد الصوديوم (NaOH)

حمض طعيف : حمض الكربونيك (١١٠٠) ١١١

 $2NaOH + H_2CO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + 2H_2O$

ر وعند ذوبان الملح في الماء

يتأين الماء بصفته إلكتروليت ضعيف تبعًا للمعادلة:

$$2H_2O_{(l)} = 2H^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} = ...$$

يتفكك الملح في الماء تبعًا للمعادلة :

$$Na_2CO_{3(s)} \longrightarrow 2Na^+_{(aq)} + CO_{3(aq)}^{2-} \cdots 2$$

ر ونظرا لأن .

أيونات الصوديوم الموجبة (Na+)

أيونات الكربونات السالبة (CO_3^{2-}) المشتقة من الحمض الضعيف

المشتقة من القاعدة القرية

تميل للاتحاد مع أيونات (H *) الناتجة من تأين الماء للاتحاد مع أيونات (OH) الناتجة من تأين اله،

لذا لا يتكون هيدروكسيد الصوديوم ...

مكونة حمض الكربونيك ...

لأنه الكتروليت قوى تام التأبن

لأنه إلكتروليت ضعيف غير تام التأين

وعند جمع المعادلتين (1) ، (2) تكون معادلة تميؤ ملح كربونات الصوديوم، كالتالي :

$$Na_2CO_{3(s)} + 2H_2O_{(l)} = H_2CO_{3(aq)} + 2Na_{(aq)}^+ + 2OH_{(aq)}^-$$

• وتبعُا لقاعدة لوشاتيليه، فإن الاستهلاك المستمر لأيونات " العودي إلى إزاحة التفاعل في الاتجاه الطودي (اتجاه تأين المزيد من جزيئات الماء)، وهو ما يترتب عليه تراكم أيونات الهيدروكسيل السالبة "OH في المطول

(pH > 7) ويكون الرقم الهيدروچيني للمحلول (H^+) حيصبح

ف سر: المحلول المائي لملح كربونات الصوديوم قلوى التأثير.



$$2H_2O_{(l)} = 2H^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

$$Na_2CO_{3(s)} \longrightarrow 2Na^+_{(aq)} + CO_{3(aq)}^{2-}$$

$$Na_2CO_{3(s)} + 2H_2O_{(\ell)} = H_2CO_{3(aq)} + 2Na_{(aq)}^+ + 2OH_{(aq)}^-$$

لتراكم أيونات OH القاعدية في المحلول (PH > 7).

تميؤ ملح كلوريد الأمونيوم NH Cl

ملخ كلوريد الأمونيوم NH₄Cl

ر مشتـق من ر

حمض قوى : حمض الهيدروكلوريك (HCl) قاعدة ضعيفة : هيدروكسيد الأمونيوم (NH,OH)

 $\left(\begin{array}{c} NH_4OH + HCI \longrightarrow NH_4CI + H_2O \end{array}\right)$

وعند ذوبان الملح في الماء ﴿

يتأين الماء بصفته إلكتروليت ضعيف تبعًا للمعادلة:

$$H_2O_{(l)} = H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

يتفكك الملح في الماء تبعًا للمعادلة:

$$NH_4Cl_{(s)} \longrightarrow NH_{4(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$$
2

﴿ ونظرُا لأن ﴾

أيونات الأمونيوم الموجبة (NH₄) المشتقة من القاعدة الضعيفة لا تميل للاتحاد مع أيونات (H⁺) الناتجة من تأين الماء تميل للاتحاد مع أيونات (OH⁻) الناتجة من تأين الماء مكونة هيدروكسيد الأمونيوم ... لأنه إلكتروليت ضعيف غير تام التأين

أيونات الكلوريد (Cl⁻) المشتقة من الحمض القوى لذا لا يتكون حمض الهيدروكلوريك ... لأنه إلكتروليت قوى تام التأين

وعند جمع المعادلتين ① ، ① تكون معادلة تميؤ منح كلوريد الأمونيوم، كالتالي :

$$NH_4Cl_{(s)} + H_2O_{(l)} = NH_4OH_{(aq)} + Cl_{(aq)} + H_{(aq)}$$

• وتبعُا لقاعدة لوشاتيليه، فإن الاستهلاك المستمر لأيونات OH يؤدي إلى إزاحة التفاعل في الاتجاه الطردي (اتجاه تأين المزيد من جزيئات الماء)، وهو ما يترتب عليه تراكم أيونات الهيدروچين الموجبة ⁺H في المحلول (pH < 7) ويصبح $[H^+] > [OH^-]$ ويكون الرقم الهيدروچيني للمحلول

فسسر: المحلول المائي لملح كلوريد الأمونيوم حامضي التأثير.

$$H_2O_{(l)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$NH_4Cl_{(s)} \longrightarrow NH_{4(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$$

$$NH_4Cl_{(s)} + H_2O_{(l)} = NH_4OH_{(aq)} + Cl_{(aq)} + H_{(aq)}$$

لتراكم أبونات \mathbf{H}^+ الحامضية في المحلول ($\mathbf{PH} < 7$).

تميؤ ملح كلوريد الصوديوم NaCl

ملح كلوريد الصوديوم NaCl

مشتـق من ٫

قاعدة قوية: هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)

حمض قوى : حمض الهيدروكلوريك (HCl)

 $\left(\text{NaOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \right)$

ر وعند ذوبان الملح في الماعي

يتاين الماء بصفته إلكتروليت ضعيف تبعًا للمعادلة :

 $H_2O_{(l)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

يتفكك الملح في الماء تبعًا للمعادلة :

 $NaCl_{(s)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

ر ونظرًا لأن .

أيونات الكلوريد (CI⁻) أيونات الصوديوم الموجية (Na+)

المشتقة من الحمض القوى

لا تعيل للاتحاد مع أيونات (H⁺) الناتجة من تأين الماء لا تعيل للاتحاد مع أيونات (OH⁻) الناتجة من تأين الماء

لذا لا يتكون حمض الهيدروكلوريك ...

المشتقة من القاعدة القوية

لذا لا يتكون هيدروكسيد الصوديوم ...

لأن كلاهما إلكتروليت قوى تام التأين

وعند جمع المعادلتين ① ، ① تكون معادلة تميؤ ملح كلوريد الصوديوم، كالتالى :

$$NaCl_{(s)} + H_2O_{(l)} = Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

ت عدد أيونات ⁺H الكثيرة تكافئ عدد أيونات OH الكثيرة في المحلول

$$\therefore [H^+] = [OH^-]$$

ويكون الرقم الهيدروچينى للمحلول (pH = 7)

فيسر: المحلول المائي لملح كلوريد الصوديوم متعادل التأثير.

$$H_2O_{(l)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$NaCl_{(s)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$$

$$NaCl_{(s)}$$
 \rightarrow $Na^{+}_{(aq)}$ \rightarrow $NaCl_{(s)} + H_{2}O_{(l)} = Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} + H^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$

 H^+ الحامضية المرتفع يكافئ تركيز أيونات OH^- القاعدية (PH = 7).

توبؤ ملح أسيئات الامونيوم . CH -(17/1911). CH

ملخ أسيتات الأمونيوم CH3COONH4 ملخ

ِ مشتـق مِن ِ

دمض ضعيف: حمض الأسيتيك (١١/ ١٥٥٥) قاعدة ضعيفة: هيدروكسيد الأمونيوم (NH4OH)

 $\left(\text{CH}_{3}\text{COOH} + \text{NH}_{4}\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_{3}\text{COONH}_{4} + \text{H}_{2}\text{O} \right)$

ر وعند ذوبان الملح في الماء ِ

يتأين الماء بصفته الكتروليت ضعيف تبعًا للمعادلة :

$$H_2O_{(l)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

يتفكك الملح في الماء تبعًا للمعادلة :

$$CH_3COONH_{4(s)} \longrightarrow CH_3COO_{(aq)}^- + NH_{4(aq)}^+$$
2

ونظرًا لأن

أيونات الأمونيوم الموجبة (NH₁) أيونات الأسيتات السالية (CH,COOT) المشتقة من الحمض الضعيف المشتقة من القاعدة الضعيفة تميل للاتحاد مع أيونات (H⁺) الناتجة من تأين الماء تميل للاتحاد مع أيونات (OH⁻) الناتجة من تأين الماء

مكونة حمض الأسيتيك ... مكونة هيدروكسيد الأمونيوم ...

لأن كلاهما إلكتروليت ضعيف غير تام التأين

وعند جمع المعادلتين ① ، ① تكون معادلة تميؤ ملح أسيتات الأمونيوم، كالتالي :

$$CH_3COONH_{4(s)} + H_2O_{(\ell)} = \frac{CH_3COOH_{(aq)}}{(aq)} + NH_4OH_{(aq)}$$

: عدد أيونات H الضئيلة الناتجة عن تأين الحمض الضعيف تكافئ عدد أيونات OHT الضئيلة الناتجة عن تفكك القاعدة الضعيفة في المحلول

 $\therefore [H^+] = [OH^-]$

ويكون الرقم الهيدروچيني للمحلول (pH = 7)

سر: المحلول المائي لملح أسيتات الأمونيوم (CH3COONH4) متعادل التأثير.

 $H_2O_{(f)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ $CH_3COONH_{4(s)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + NH^+_{4(aq)}$

 $CH_3COONH_{4(s)} + H_2O_{(l)} = CH_3COOH_{(aq)} + NH_4OH_{(aq)}$

 H^+ الحامضية الضئيل جدًا يكافئ تركيز أيونات OH^- القاعدية (PH=7).

أداء ذاتى

HCl / $\mathrm{NH_4Cl}$ / NaCl / $\mathrm{Na_2CO_3}$: رتب المحاليل الآتية تصاعديًا : (١) رتب المحاليل الآتية تصاعديًا . تبعًا لقيمة الأس الهيدروچيني لها، علمًا بأنها متساوية التركيز

(٢) لماذا لا يمكن التمييز بين محلول أسيتات الأمونيوم وامخلول كلوريد الصوديوم باستخدام الأدلة الكيميائية ،

مثال

قربت ورقتى عباد شمس إحداهما حمراء والأخرى زرقاء مبللتين بالماء من فوهتى أنبوبتى اختبار:

- * الأنبوية الأولى: تحتوى على خليط من محلولي كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الصوديوم الساخن.
 - * الأنبوية الثانية : تحتوى على خليط من ملح كلوريد الصوديوم وحمض الكبريتيك المركز الساخن.
 - ما التغير الحادث في لون ورقتى عباد الشمس لكل أنبوبة ؟ مع التفسير.

الحـــل

* عند خلط محلولى كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الصوديوم الساخن يتصاعد غاز النشادر الذي يزرق ورقة عباد الشمس الحمراء المبللة بالماء.

 $NH_4Cl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + NH_{3(g)}$

* عند خليط ملح كلوريد الصوديوم مع حمض الكبريتيك المركز السياخن يتصاعد غاز HCl الذي يحمر ورقة عباد الشمس الزرقاء المبللة بالماء.

 $2\text{NaCl}_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(l)} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)} + 2\text{HCl}_{(g)}$

رابعًا حاصل الإذابة

◄ كل ملح صلب لـ ه حـد معـين للذوبان في المـاء - عند درجـة حرارة معينـة - وعنـد الوصول إلى هـذا الحد، تنشـأ حالـة اتـزان ديناميكـي بـين الجـزء غيـر المذاب مـن الملـح الصلب وبـين الأيونـات الناتجة عـن تفككه، ويوصف هذا المحلول حينئذ بالمحلول المشبع، ويعرف تركيزه عند درجة حرارة معينة بدرجة الذوبان.

◄ الحلول الشبع هو الحلول الذي تكون المادة المذابة فيه، في حالة اتزان ديناميكي مع المادة غير المذابة.

و درجة الذوبان هي تركيز الحلول الشبع من الملح شحيح الذوبان عند درجة حرارة معينة.

ومدى ذوبانية الأملاح الصلبة في الماء واسع جدًا، فهناك:

مواد شرهة الذوبان في الماء

مثل ملح نترات البوتاسيوم ذوبانيته تساوى 31.6 g/100 mL (at 20°C)

مواد شحيحة الذوبان في الماء

مثل ملح كلوريد الفضة ذويانيته تساوى 0.0016 g/100 mL تساوى

ولكل ملح من الأملاح شحيحة الذوبان في الماء مقدار ثابت (at 25°C) يعبر عن مدى ذوبانيناً يعرف بحاصل الإذابة K_{sp}

تطبيق حاصل إذابة ملح بروميد الرصاص (II) PbBr في الماء.



عند رج كمية من ملح بروميد الرصاص (II) PbBr₇ (II - شحيح الذوبان في الماء - فإن كمية ضئيلة منه سوف تذوب في الماء، ويعبر عن عملية التفكك غير التام الحادث بالمعادلة التالية ،

$$PbBr_{2(s)} \longrightarrow Pb^{2+}_{(aq)} + 2Br_{(aq)}^{-}$$

$$K_c = [Pb^{2+}][Br^{-}]^2$$

وبتطبيق قانون فعل الكتلة، فإن ثابت اتزان هذه العملية يعبر عنه، كالتالي ا

ويلاحظ عدم كتابة [PbBr₂] في العلاقة السابقة، لأن بروميد الرصاص (II) مادة صلبة، لا يتغير تركيزها بتغير K_{sp} ب K_{c} ب الذوبان في الماء، فإنه يستبدل K_{c} ب كميتها ونظرًا لأن ملح بروميد الرصاص

$$K_{sp} = [Pb^{2+}][Br^{-}]^{2}$$

ولتكتب على الصورة المقابلة ،

حاصل الإذابة K_{sp} هو حاصل ضرب تركيز أيونات مركب أيونى شحيح الذوبان مقدرة بوحدة (mol/L) (كلٍ مرفوع لأس يساوى عدد مولات الأيونات في معادلة التفاعل الموزونة)، والتي تتواجد في حالة اتزان مع محلولها المشبع.

ويما أن قيمة حاصل الإذابة K_{sp} تمثل حالة من حالات ثابت الاتزان، فإن قيمتها للملح الواحد تتغير بتغير درجة الحرارة.

• ويلاحظ أنه ... كلما قلت قيمة المقدار K_{sp} كلما كانت قابلية الملح للذوبان أقل

«أي يسهل ترسبه» والعكس صحيح

مثنال

إذا تم إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم لمحلول يحتوى على كاتيونات +Fe²⁺ ، Fe³⁺ فأيهما يترسب أولًا ؟ مع التفسير،

 4.9×10^{-17} يساوى $Fe(OH)_3$ ولمركب و $Fe(OH)_3$ يساوى $Fe(OH)_3$ يساوى $Fe(OH)_3$ علمًا بأن حاصل الإذابة لمركب و

بيرسب هيدروكسيد الحديد (III) أولًا / لصغر قيمة K_{sp} له مقارنةً بقيمتها بالنسبة لهيدروكسيد الحديد (II).

AgBr	Bi_2S_3	CuS
5.4×10^{-13}	2×10^{-78}	6×10^{-37}

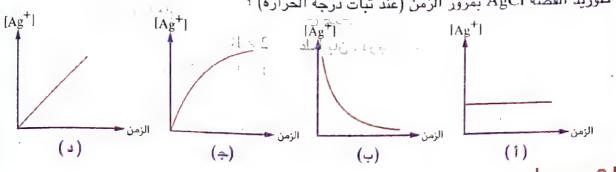
الملح K_{sp}

رتب الأملاح المقابلة تنازليًا حسب دوبانها في الماء:

Bi₂S₃ < CuS < AgBr : نوبانية : ... ا نه قابلية الملح للذوبان في الماء تزداد بزيادة قيمة $K_{
m sp}$ له.

مثال 🕜

اختر الإجابة الصحيحة، مع التفسير: أيًا من الأشكال البيانية الآتية يعبر عن [Ag⁺] في المحلول المسبع من كاوريد الفضة AgCl بمرور الزمن (عند ثبات درجة الحرارة) ؟



لحـــل

الشكل (1) / لثبات [Ag+] حيث يكون في حالة اتزان ديناميكي مع المادة غير المذابة عند نفس درجة الحرارة.

مثبال 🔞

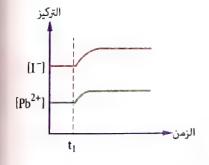
اختر الإجابة الصحيحة، مع التفسير:

الشكل البياني المقابل يعبر عن التغير الصادث في تركيري كل من أنيون البوديد وكاتيون الرصاص (II) عند التأثير بمؤثر خارجي على المحلول المشبع من PbI₂ عند الزمن t₁، ما هذا المؤثر الخارجي ؟

(1) إضافة المزيد من PbI₃

(د) رفع درجة الحرارة.

(ب) زيادة حجم وعاء التفاعل.



الحـــل

(ج) تبخير الماء.

الاختيار (د) / لأن تركيز أيونات الملح (قابلية الأملاح للذوبان في الماء) تزداد برفع درجة حرارة المحلول،

حساب حاصل إذابة ملح شحيح الدوبان بدلالة معادلة عملية تأينه

اذا كان لدينا ملح شحيح الذوبان في الماء صيغته الجزيئية ${
m A}_a {
m B}_b$ ، فإنه يمكن إيجاد حاصل إذابته ${
m d}_a$

 $A_a B_{b(s)} = aA^{b+}_{(aq)} + bB^{a-}_{(aq)}$ عن طريق • تركيز الأيونات في المحلول المشبع (X) درجــة إذابــة الملــح (X)باستخدام العلاقة : باستخدام العلاقة : A^{b+} عدد مولات الكاتيون عدد مولات الأنيون -B عدد مولات الأنيون "Ba" A^{b+} عدد مولات الكاتيون من معادلة التأين من معادلة التأين من معادلة التأين من معادلة التأين $K_{sp} = [A^{b+}]^a [B^{a-}]^b$ $K_{\rm sp} = [\mathbf{a} \mathbf{x}]^{\rm a} [\mathbf{b} \mathbf{x}]^{\rm b}$ تركيز الكانيون +Ab (حاصل إذابة الملح AaBb تركيز الأنيون Ba-حاصل إذابة الملح AaBb

177

اليثو

وشال 🛈

(at 25° C) K_{sp} الحسب حاصل الإذابة $PbBr_2$ اللح بروميد الرصاص 1.04×10^{-2} M علمًا بأن : درجة إذابته

(at 25° C) K_{sp} احسب حاصل الإذابة $Ca_3(PO_4)_2$ اللح فوسفات الكالسيوم 2×10^{-8} M علمًا بأن : * تركيز أيون الكالسيوم

ع تركيز أيون الفوسفات M 10⁻³ × 1 × 1

الدـــل

 $Ca_3(PO_4)_{2(s)} = 3Ca^{2+}_{(aq)} + 2PO_{4(aq)}^{3-}$

$$\therefore K_{sp} = [Ca^{2+}]^3 [PO_4^{3-}]^2$$
$$= (2 \times 10^{-8})^3 \times (1 \times 10^{-3})^2$$
$$= 8 \times 10^{-30}$$

لحــــل

PbBr_{2(s)} \Rightarrow Pb²⁺_(aq) + 2Br⁻_(aq) X M (2X) M $\therefore K_{sp} = [Pb^{2+}] [Br^{-}]^2 = (X) (2X)^2$ $= (1.04 \times 10^{-2}) \times (2 \times 1.04 \times 10^{-2})^2$ $= 4.5 \times 10^{-6}$

مثنال 🕜

احسب قيمة حاصل الإذابة لملح كلوريد الفضة AgCl، علمًا بأن درجة ذوبانه في الماء عند درجة حرارة معينة تساوى $1 \times 10^{-5} \, \mathrm{mol/L}$

لحـــل

 $AgCl_{(s)} \longrightarrow Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$ $X M \qquad X M$

 $K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] = (X)(X) = (1 \times 10^{-5}) \times (1 \times 10^{-5}) = 10^{-10}$

مثيال 🔞

احسب قيمة حاصل الإذابة لملح كبريتات الفضة ${\rm Ag_2SO_4}$ ، إذا علمت أن درجة ذوبانه في الماء تساوي ${\rm M} = 1.4 \times 10^{-2} \, {\rm M}$ عند درجة حرارة معينة.

الحـــل

 $Ag_2SO_{4(s)} = 2Ag_{(aq)}^+ + SO_{4(aq)}^{2-}$ $(2X) M \qquad X M$

$$K_{sp} = [Ag^{+}]^{2} [SO_{4}^{2-}] = (2X)^{2} (X)$$
$$= (2 \times 1.4 \times 10^{-2})^{2} \times (1.4 \times 10^{-2}) = 1.0976 \times 10^{-5}$$

$$(1.1 \times 10^{-10} \text{ في المحلول المشبع من كبريتات الباريوم، علمًا بأن حاصل إذابته $(Ba^{2+}]$$$

, pour, 01 6 عند درجة حرارة معينة.

$$BaSO_{4(s)} = Ba^{2+}(aq) + SO_{4(aq)}^{2-} + SO_{4(aq)}^{2-}$$

 $K_{sp} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}]$

ن عدد مولات ${\rm Ba}^{2+}$ عدد مولات ${\rm SO}_4^{2-}$ «من معادلة التفاعل» مع ثبوت حجم المحلول.

$$:[Ba^{2+}] = [SO_4^{2-}]$$

$$K_{sp} = [Ba^{2+}]^2 = 1.1 \times 10^{-10}$$

:
$$[Ba^{2+}] = \sqrt{1.1 \times 10^{-10}} = 1.05 \times 10^{-5} M$$

 $m K_{sp}$ يساوى $m Ag_2SO_4$ في الماء، إذا علمت أن حاصل الإذابة $m K_{sp}$ يساوى $m Ag_2SO_4$

$$Ag_2SO_{4(s)} = 2Ag^+_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$$

$$(2X) M \qquad XM$$

$$K_{sp} = [Ag^+]^2 [SO_4^{2-}] = (2X)^2 (X) = 1.0976 \times 10^{-5}$$

$$4\chi^3 = 1.0976 \times 10^{-5}$$

$$Ag_2SO_4$$
 درجة إذابة $X = \sqrt[3]{\frac{1.0976 \times 10^{-5}}{4}} = 1.4 \times 10^{-2} M$

نال 🕜

طبقًا للتفاعل:

 $Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2NaIO_{3(aq)} \longrightarrow 2NaNO_{3(aq)} + Cu(IO_3)_{2(s)}$ $\mathrm{Cu(NO_3)}_2$ عند خلط 90 mL عند محلول وراسب من محلول وراسب من محلول والحسابات الكيميائية مل يتكون راسب من $\mathrm{Cu(NO_3)}_2$ $0.01~\mathrm{M}$ ترکیزه NaIO $_3$ من محلول 10 mL ترکیزه محلول ترکیزه 6.9×10^{-8} يساوى $Cu(IO_3)_2$ علمًا بأن حاصل إذابة ملح

الحسا

$$9 \times 10^{-4} \text{ mol} = 0.09 \times 0.01 = \text{Cu(NO}_3)_2$$
 عدد مولات

$$1 \times 10^{-4} \text{ mol} = 0.01 \times 0.01 = (\text{NaIO}_3)$$
 عبد مولات

$$0.1 L = 100 mL = 10 + 90 = (V)$$
 مجم الخليط

$$\frac{\text{acc lhoker}}{\text{lbank}} = \frac{\text{acc lhoker}}{\text{lbank}}$$

$$Cu(NO_3)_2 \longrightarrow Cu^{2+} + 2NO_3^-$$

1 mol

1 mol

$$[Cu(NO_3)_2] = [Cu^{2+}] = \frac{9 \times 10^{-4}}{0.1} = 9 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$NaIO_3 \longrightarrow Na^+ + IO_3^-$$

1 mol

1 mol

[NaIO₃] = [IO₃⁻] =
$$\frac{1 \times 10^{-4}}{0.1}$$
 = 1 × 10⁻³ M

$$Cu(IO_3)_{2(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2IO_{3(aq)}^-$$

:
$$[Cu^{2+}][IO_3^-]^2 = (9 \times 10^{-3}) \times (1 \times 10^{-3})^2 = 9 \times 10^{-9}$$

$$\therefore K_{\rm sp} = 6.9 \times 10^{-8}$$

. [IO_3]^2 [Cu^2+] < $K_{\rm sp}$ قيمة يتكون راسب / الأن قيمة .: لا يتكون راسب



- ما قبل الخلايا الجلفانية وإنتاج الطاقة الكهربية. إلى
 - الخلايا الجلفانية وإنتاج الطاقة الكهربية. من
 - ما قبـــل الخلايــــا الإلكتــرولــيتيــــــــة. إلى
 - الخلايا الإلكتروليتية. من

س بدايـــة البـــاب.

إلى نهاية البـــاب.



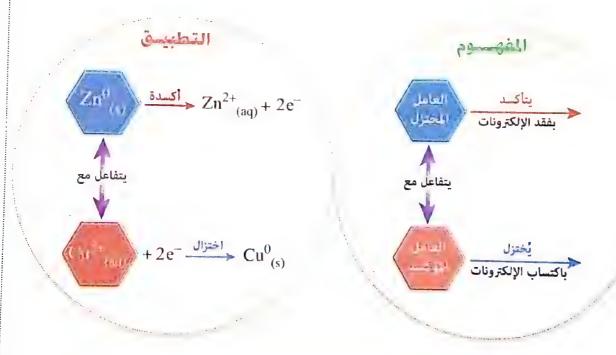
الدرس اللالي





علم الكيمياء الكهربية

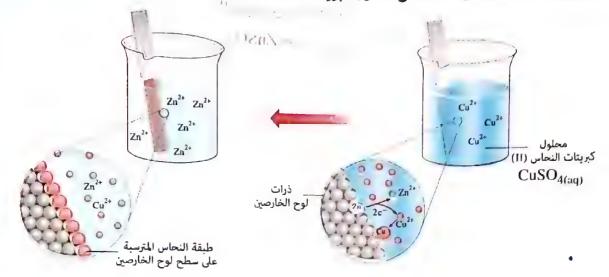
- ، تعتبر الطاقة الكهربية من أهم صور الطاقة وأكثرها صداقة للبيئة.
- ، ويعرف العلم الذي يهتم بدراسة التحول المتبادل بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربية من خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال بعلم الكيمياء الكهربية
 - ◄ تفاعلات الأكسدة والاختزال هي تفاعلات كيميائية تنتقل فيها الإلكترونات من أحد المواد المتفاعلة إلى المادة الأخرى الداخلة معها في التفاعل الكيميائي.





أس تفاعل أكسدة و اختزال

أغمس صفيحة من الخارصين (Zn) في محلول كبريتات النحاس (USO₄ (II) أزرق اللون ... واذا تلاحظ ؟



الاستنتاج

الملاحظة

تحدث عملية أكسدة Oxidation لذرات الخارصين Zn(s) فتتحول إلى كاتيونات خارصين Zn²⁺(aq) تذوب في المحلول.

$$Zn^0_{(s)} \xrightarrow{Oxidation} Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

تترسب طبقة من النحاس على 🔻 تحدث عملية اختزال Reduction لكاتيونات النحاس (II) الموجودة في محلول كبريتات النحاس (II) - Cu²⁺ باكتساب الإلكترونات الناتجة عن عملية أكسدة الخارصيين - فتتحول إلى ذرات نحاس (Cu(s تترسب على سطح لوح الخارصين.

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \xrightarrow{\text{Reduction}} Cu^{0}_{(s)}$$

تقل درجة لون محلول يقل تركيز كاتيونات النحاس (II) في المحلول تدريجيًا، كبريتات النحاس (II) الأزرق في نفس الوقت الذي يزداد فيه تركيز كاتيونات الخارصين (Zn²⁺

سطح لوح الخارصين.

يتأكل سطح لوح الخارصين.

تدريجيًا، حتى يصبح عديم اللون. أ

وبجمع المعادلتين () ، () معًا نحصل على معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي الحادث :

$$Zn^{0}_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu^{0}_{(s)}$$

Reduction اختزال

فسسم: اختفاء اللون الأزرق لمحلول كبريتات النحاس (١١) عند وضع لوح من الخارصين فيه.

لإحلال الخارصين محل النحاس في محلول كبريتات النحاس (١١) الأزرق - من خلال تفاعل الأكسدة والاختزال - مكونًا محلول كبريتات الخارصين عديم اللون.

الخلايا الكهربية

مناك تفاعلات أكسدة واخترال، تكون مصحوبة بانطلاق أو امتصاص طاقة تتم داخل أنظمة خاصة، تعرف باسم الخلايا الكهربية.

تتفق جميع الخلايا الكهربية فيما يلى:

تتكون من قطبين، هما :

- الأنود : وهو القطب الذي تنتقل الإلكترونات من على سطحه (تحدث له أو عنده عملية أكسدة).
 - الكاثود : وهـ و القطب الذي تنتقل الإلكترونات إلى سطحه (تحدث عنده عملية اختزال).

ينتقل فيها التيار الكهربي، نتيجة لحركة :

- الإلكترونات في السلك الخارجي (الموصل المعدني).
 - الأيونات في الإلكتروليت.

بحيث تتحرك :

• الأنيونات (الأيونات السالبة) : باتجاه الأنود.

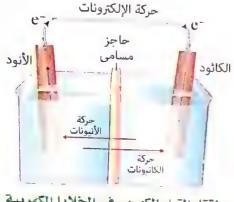
• الكاتيونات (الأيونات الموجبة): باتجاه الكاثود.

الإلكتروليئات هي محاليل الأملاح أو الأحماض أو القواعد أو مصاهير الأملاح أو الأكاسيد الموصلة للتيار الكهربي.

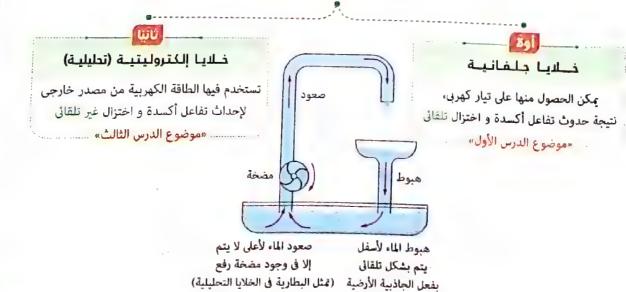
(عملية تلقائية)



(عملية غير تلقائية)



ينتقل التيار الكهربي في الخلايا الكهربية نتيجة لحركة الإلكترونات والأيونات





الخلايا الجلفانية



$$Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \longrightarrow ZnSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$$

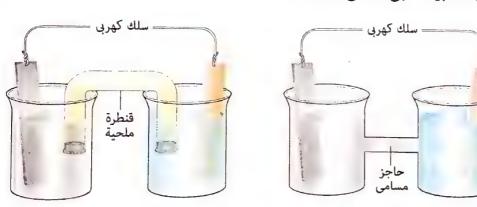
$$\Delta H = -217.6 \text{ kJ/mol}$$

ولتحويـل الطاقـة الحراريـة المنطلقة إلى طاقة كهربية يلزم عمل ما يلى :

• فصل التفاعل الحادث إلى نصفى تفاعل (تفاعل أكسدة و تفاعل اخترال) في مكانين منفصلين عن بعضهما، يطلق على كل منهما مصطلح نصف خلة.



- قنطرة ملحية (أو حاجز مسامى) تصل بين محلولي نصفى الخلية.
 - سلك كهربي يصل بين قطبي نصفى الخلية.



لوح

CuSO₄

تفاصل الخارسين مع محلول كبريتات النحاس [1])

طارد للحرارة

خلية جلفانية

ويُعرف هذا النوع (النظام) من الخلايا الكهربية باسم الخلابا الجلمانية وهي نوع من الخلايا الكهربية، يمكن الحصول منها على تيار كهربي، نتيجة حدوث تفاعل (أكسدة - اختزال) تلقائي.

غيية دانيال فأرسط بسودج للخلبيا الجلشانية

تتركب خلية دانيال من :





🚮 نصف خلية الخارصين القياسية 🔹

تركيزه M عند درجة حرارة 25°C



نصف خلية الخارصين القياسية



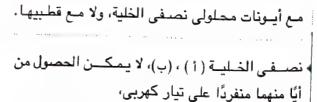
· نصف خلية النحاس القياسية ﴿

تتكون نصف خلية الخارصين القياسية من وعاء به ♦ تتكون نصف خلية النحاس القياسية من وعاء به لوح (قطب) من الخارصين $Zn_{(s)}$ مغمور جزئيًا لوح (قطب) من النحاس $Zn_{(s)}$ مغمور جزئيًا في محلول مائي من أحد أملاح الخارصين في محلول مائي من أحد أملاح النحاس (II) (أى محلول يحتوى على كاتيونات الخارصين (Zn²⁺(aq) (i) (أى محلول يحتوى على كاتيونات النحاس (Cu²⁺ تركيزه 1 M عند درجة حرارة 25°C



🜈 القنطرة الملحية 🔹

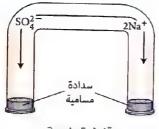
◄ تتركب القنطرة الملحية من أنبوبة زجاجية على هيئة حرف U مقلوب، وتمال بمحلول إلكتروليتي مثل كبريتات الصوديوم Na2SO₄ مذاب في مادة چيلاتينية. ◄ ولا تتفاعل أيونات هذا المحلول الإلكتروليتي



لأن كل منهما يعمل كدائرة مفتوحة، لا تسرى الإلكترونات منها أو إليها.

وللحصول منهما على تيار كهربى، يتم توصيل كل من :

- قطب الخارصين الموجود في نصف خلية الخارصين بقطب النحاس الموجود في نصف خلية النحاس بسلك معدني.
- محلول كبريتات الخارصين الموجود في نصف خلية الخارصين بمحلول كبريتات النصاس (II) الموجود فى نصف خلية النصاس بواسطة قنطرة ملحية أوحاجز مساميء



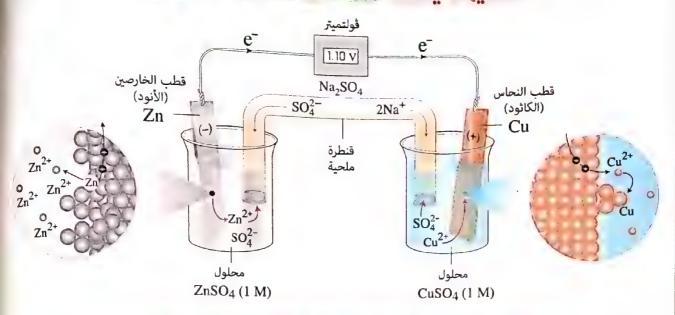
قنطرة ملحية



خلية دانيال



تفسير ما يحدث عند غلق الدائرة الكهربية



عند توصيل نصفى الخلية وتكوين خلية جلفانية كاملة، يحدث ما يلي :

🚺 مَى نصف خلية الخارصين

تتأكسد ذرات لوح الخارصين مكونة كاتيونات خارصين (aq)، تذوب في محلول كبريتات الخارصين

تنتقل الدلكترونات

فى صورة تيار كهربى فى السلك الخارجى من قطب الخارصين إلى قطب النحاس

تنتقل كاتيونات النحاس (II) (aq) الموجودة في محلول نصف خلية النحاس

unt ill in min i, in (i)

نحو قطب النحاس، لتكتسب الإلكترونات نحو قطب النحاس، لتكتسب الإلكترونات الناتجة عن عملية الأكسدة، فتُختزل إلى ذرات نحاس، تترسب على قطب النحاس $\operatorname{Cu}^{2+}_{(ao)} + 2e^{-\frac{\operatorname{Reduction}}{(s)}}$

رaq) لذا يطلق على :

- سعد خايا السياس مصطلح نصف خلية الكاثود.
- فضل النحاس مصطلح الكاثود (المهبط)
 وهو يمثل القطب الموجب في هذه الخلية.

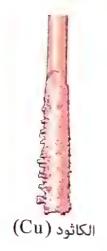
- نصف خلية الخارصين. مصطلح نصف خلية الأنود.
- قطب الخارصين. مصطلح الأنود (المصعد) وهو يمثل القطب السالب في هذه الخلية، لتراكم الإلكترونات الناتجة عن عملية الأكسدة على سطحه.

ويجمع التفاعلين (1) ، (2) نحصل على معادلة التفاعل الكلى الحادث في خلية دانيال، وهي ا

Oxidation
$$Zn^{0} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu^{0}_{(s)}$$
Reduction

🛐 وباستمرار حدوث تفاعلى نصفى الخلية







بعد فترة من مرور التيار الكهربي

تقل كتلة الأنود (Zn)

ويزداد تركيز محلول نصف خلية الأنود $(ZnSO_4)$ ، ويقل تركيز محلول نصف خلية الكاثود $(CuSO_4)$ ، لحدوث عملية أكسدة لقطب الأنود وذوبان الكاتيونات (Zn²⁺) الناتجة عن عملية الأكسدة الأكسدة الكاثود (Cu²⁺) وتراكم الذرات الناتجة عن في محلول نصف خلية الأنود

، ويترتب على ذلك ،

زيادة تركيز كاتيون الخارصين [Zn²⁺] في محلول نصف خلية الخارصين

 $[SO_4^{2-}]$ زيادة تركيز أنبون الكبريتات في محلول نصف خلية النحاس

تزداد كتلة الكاثود (Cu)

لحدوث عملية اختزال لكاتيونات محلول نصف خلية

عملية الاختزال على قطب الكاثود

وإذا استمر تراكم الأيونات في محلولي نصفى الخلية فسيوف يتوقف مرور التيار الكهربي، لتوقف تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي الحادث

 $(Zn^{2+}\ ,\ SO_4^{2-})$ ولاستمرار مرور التيار الكهربي تتحرك الأيونات الزائدة الموجودة في محلولي نصفي الخلية وأيونات القنطرة الملحية (2Na+, SO₄-) عبر القنطرة الملحية (أو الحاجز المسامى)، كالتالى :

تتحرك الأنيونات SO_4^{2-} نحو نصف خلية الأنود تتحرك الكاتيونات Na^+ نحو نصف خلية الكاثود (نصف خلية النحاس) لعادلة أنيونات الكبريتات SO_4^{2-} الزائدة $2Na^{+}_{(aq)} + SO_{4(aq)}^{2-} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)}$ في محلول تصف من محلول خلية النحاس للقنطرة الملحية

(نصف خلية الخارصين) لمعادلة كاتبونات الخارصين ⁺²Zn الزائدة $Zn^{2+}_{(aq)} + SO_{4 (aq)}^{2-} \longrightarrow ZnSO_{4(aq)}$ في محلول نصف القنظرة الملحية خلية الخارصين



وقد اتفق على تمثيل أى خلية جلفانية برمز اصطلاحى يُعبر عن تفاعل الأكسدة والاختزال الحادث فيها، كائتائى ،

الطرف الأيسر (يمثل نصف خلية الأنود)

التباه مرور المحادث التأكسدة الحادث التيار الجهربي ويتم الفصل بين حالتي التأكسد (قطب العنصر وأيوناته في المحلول الإلكتروليتي) بخط مائل

الطرف الأيمن (يمثل نصف خلية الكاثود)

يكتب فيه تفاعل الاختزال الحادث ويتم الفصل بين حالتى التأكسد (أيونات العنصر في المحلول الإلكتروليتي وقطبه) بخط مائل

$M_{(s)}^0 / M_{xM}^{2+} / X_{xM}^{2+} / X_{(s)}^0$

يتم الفصل بين الطرفين بـ:

- خطين متوازيين مائلين // في حالة استخدام القنطرة الملحية.
 خط رأسي متقطع في حالة استخدام الحاجز المسامي.
 - xM : يعبر عن قيمة تركيز المحلول.
- ${\rm Zn}^0_{(s)} / {\rm Zn}^{2+}_{(aq)} / {\rm Cu}^{2+}_{(aq)} / {\rm Cu}^0_{(s)}$: يعبر عن الرمز الاصطلاحي لخلية دانيال كالتالي : يعبر عن الرمز الاصطلاحي الخلية دانيال كالتالي : يعبر عن الرمز الاصطلاحي الخلية دانيال كالتالي : يعبر عن الرمز الاصطلاحي الحري المناسخ المناسخ الاصلاحي المناسخ المن

• تطبيق (الخلية الجلفانية التي يحدث فيها التفاعلين التاليين :

- $Mg^{0}_{(s)} \xrightarrow{Oxidation} Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$
- Zn^{2+} _(aq) + $2e^{-}$ $\xrightarrow{\text{Reduction}}$ Zn^{0} _(s)

- يعبر عنها بالرمز الاصطلاحي التالي :
- ${\rm Mg}^0_{(s)}$ / ${\rm Mg}^{2+}_{(aq)}$ // ${\rm Zn}^{2+}_{(aq)}$ / ${\rm Zn}^0_{(s)}$

• تطبيق س الخلية الجلفانية التي يحدث فيها التفاعلين التاليين:

- $2Li^0_{(s)} \xrightarrow{Oxidation} 2Li^+_{(aq)} + 2e^-$
- Ni^{2+} _(aq) + $2e^{-}$ $\xrightarrow{\text{Reduction}}$ Ni^{0} _(s)

- يعبر عنها بالرمز الاصطلاحي التالي :
- $2 \mathrm{Li}^0_{(s)} / 2 \mathrm{Li}^+_{(aq)} / / \mathrm{Ni}^{2+}_{(aq)} / / \mathrm{Ni}^0_{(s)}$

ما دور القنطرة الملحية في الخلايا الجلفانية ؟

- توصيل محلولي نصفى الخلية بطريقة غير مباشرة.
- معادلة الكاتيونات والأنيونات الزائدة المتكونة في محلولي نصفى الخلية،
 نتيجة تفاعل الأكسدة والاختزال الحادث وهو ما يمنع تراكمها.

ملحظات هامة



- استهلاك قطب الخارصين بالكامل في نصف خلية الخارصين، وذوبانه في المحلول الإلكتروليتي وما يقابله من استهلاك كتاتيونات النحاس (II) (aq) بالكامل من محلول نصف خلية النحاس، وترسبها على هيئة ذرات نحاس على قطب النحاس.
 - نزع القنطرة الملحية.
- * عند غياب القنطرة الملحية في الخلية الجلفانية، يتوقف مرور التيار الكهربي في السلك الخارجي الموصل بين قطبي نصفى الخلية، لتوقف تفاعل الأكسدة والاختزال نتيجة تراكم الأيونات الزائدة في محلولي نصفى الخلية.
- * عند استبدال محلول كبريتات الصوديوم في القنطرة الملحية الموجودة بخلية دانيال بمحلول كلوريد الباريوم يتوقف مرور التيار الكهربي ، لاتحاد أيونات الباريوم Ba²⁺ مع أيونات الكبريتات الكبريتات في محلول نصف خلية النحاس وترسب كبريتات الباريوم BaSO₄ وهو ما يودي إلى توقف تعادل الأيونات الزائدة.

الإيضاح فقط

تعمل القنطرة الملحية على استمرار وجود فرق جهد بين قطبى نصفى الخلية، في حين تمنع وجود فرق جهد بين محلولي نصفى الخلية

مثيال

اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية الجلفانية التي يحدث بها التقاعل التالي :

$$Ni^{2+}_{(aq)} + Fe^{0}_{(s)} \longrightarrow Ni^{0}_{(s)} + Fe^{2+}_{(aq)}$$

مع توضيح:

- الأنود و الكاثود.
- اتجاه سريان التيار الكهربي في السلك الخارجي.

لحسل

يسرى التيار في السلك الخارجي من الأنود (الحديد Fe) إلى الكاثود (النيكل Ni).

حساب القوة الدافعة الكهربية emf للخلايا الجلفانية

يمكن حساب القوة الدافعة الكهربية emf لأى خلية جلفانية، من أى علاقة من العلاقات التالية :

$$\mathbf{E_{cell}^{\circ}}$$
 (emf) =
$$\begin{cases} \mathbf{E_{oxid}^{\circ}} \text{ (Anode)} + \mathbf{E_{red}^{\circ}} \text{ (Cathode)} \\ \mathbf{E_{red}^{\circ}} \text{ (Cathode)} - \mathbf{E_{red}^{\circ}} \text{ (Anode)} \\ \mathbf{E_{oxid}^{\circ}} \text{ (Anode)} - \mathbf{E_{oxid}^{\circ}} \text{ (Cathode)} \end{cases}$$

$$\mathbf{E_{cell}^{\circ}} \text{ (Anode)} - \mathbf{E_{oxid}^{\circ}} \text{ (Cathode)}$$

$$\mathbf{E_{oxid}^{\circ}} \text{ (Anode)} - \mathbf{E_{oxid}^{\circ}} \text{ (Cathode)}$$

$$\mathbf{E_{oxid}^{\circ}} \text{ (Anode)} - \mathbf{E_{oxid}^{\circ}} \text{ (Cathode)}$$

$$E_{oxid}^{\circ} = -E_{red}^{\circ}$$
 (القطب الواحد)

م تطبیق

•
$$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Zn^{0}_{(s)}$$
 $E^{\circ}_{red} = -0.76 \text{ V}$
• $Zn^{0}_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$ $E^{\circ}_{oxid} = +0.76 \text{ V}$
• $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Cu^{0}_{(s)}$ $E^{\circ}_{red} = +0.34 \text{ V}$
• $Cu^{0}_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$ $E^{\circ}_{oxid} = -0.34 \text{ V}$

إرشادات لحل مسائل القوة الدافعة الكهربية:

نصف الخلية التى يكون جهد تأكسدها هو الأكبر، تمثل نصف خلية الأنود (القطب السالب الذي تحدث له أو عنده عملية الأكسدة). وضف الخلية التي يكون جهد اخترالها هو الأكبر، تمثل نصف خلية الكاثود (القطب الموجب الذي تحدث عنده عملية الاخترال).

مثال 🐠

جهد الأكسدة القياسي جهد الاختزال القياسي

- 0.76 V	+ 0.76 V
+ 0.34 V	-0.34 V

نصف خلية الخارصين نصف خلية النحاس

احسب القوة الدافعة الكهربية

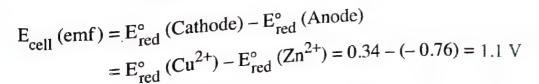
لخلية دانيال، بمعلومية الجهود الكهربية القياسية الموضحة بالجدول المقابل:

فكرة الحل

- نصف خلية الخارصين تمثل نصف خلية الأنود.
- ن نصف خلية النحاس تمثل نصف خلية الكاثود.
- تجهد أكسدة نصف خلية الخارصين هو الأكبر.
 - . * جهد اختزال نصف خلية النحاس هو الأكبر.

الحـــل

$$\begin{split} E_{cell} \ (emf) &= E_{oxid}^{\circ} \ (Anode) + E_{red}^{\circ} \ (Cathode) \\ &= E_{oxid}^{\circ} \ (Zn^{0}) + E_{red}^{\circ} \ (Cu^{2+}) = 0.76 + 0.34 = 1.1 \ V \end{split}$$



$$\begin{split} E_{cell} & \text{(emf)} = E_{oxid}^{\circ} \text{ (Anode)} - E_{oxid}^{\circ} \text{ (Cathode)} \\ & = E_{oxid}^{\circ} \text{ (Zn}^{0}) - E_{oxid}^{\circ} \text{ (Cu}^{0}) = 0.76 - (-0.34) = 1.1 \text{ V} \end{split}$$

ُ حـــل آخـــر

حــل اخــر

14.

من المثال السابق يتضح أن :

. قيمة emf الخلية الجلفانية تكون دائمًا بإشارة موجبة، لأن تفاعل الأكسدة والاختزال الحادث فيها يكون تلقائيًا.

مثال 🕜

 $Ag^{0}_{(s)} / Ag^{+}_{(aq)}$ ونصف خلية مكونة من نصف خلية خلية $Sn^{0}_{(s)} / Sn^{2+}_{(aq)}$ ونصف خلية مكونة + 0.8 V فإذا علمت أن جهد الاختزال القياسي لأيونات القصدير + 0.14 V ولأيونات الفضة

(٢) احسب emf للخلية.

الحـ

(١) : جهد اختزال الفضة > جهد اختزال القصدير

(١) اكتب الرمز الاصطلاحي لها.

 $2Ag^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow 2Ag^{0}_{(s)}$ نصف خلية الفضة تمثل نصف خلية الكاثود : $\operatorname{Sn}^{0}_{(s)} \longrightarrow \operatorname{Sn}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$ نصف خلية القصدير تمثل نصف خلية الأنود:

 ${\rm Sn}^0_{({\rm s})} / {\rm Sn}^{2+}_{({\rm aq})} / {\rm 2Ag}^+_{({\rm aq})} / {\rm 2Ag}^0_{({\rm s})}$: الرمز الاصطالحي للخلية : :

 $emf = E_{red}^{\circ} (Ag^{+}) - E_{red}^{\circ} (Sn^{2+})$ (٢) = 0.8 - (-0.14) = 0.94 V

(A) ، (B) عنصران - كلاهما ثنائي التكافؤ - جهد تأكسدهما V 0.7 V ، - 0.3 V على الترتيب :

(١) اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية المكونة منهما.

(٢) احسب emf لهذه الخلية، وهل يصدر عنها تيار كهربى ؟ مع التفسير.

(۱) : جهد أكسدة العنصر (B) > جهد أكسدة العنصر (A).

 $B^{0}_{(s)} \longrightarrow B^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$ ∴ نصف خلية العنصر (B) تمثل نصف خلية الأنود :

 $A^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow A^{0}_{(s)}$ نصف خلية العنصر (A) تمثل نصف خلية الكاثود :

 $B^0_{(s)}$ / $B^{2+}_{(aq)}$ // $A^{2+}_{(aq)}$ / $A^0_{(s)}$: الرمز الاصطلاحي للخلية : \therefore

 $emf = E_{oxid}^{\circ} (B^{0}) - E_{oxid}^{\circ} (A^{0})$ (٢) = 0.7 - (-0.3) = 1 V

نعم يصدر عن الخلية تيار كهربى / لأن قيمة emf بإشارة موجبة، وهو ما يعنى أنها خلية جلفانية (تفاعل الأكسدة والاختزال الحادث فيها تلقائي).

قياس جهود التقطاب

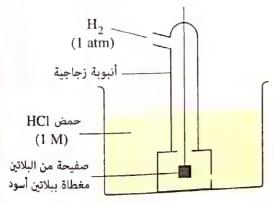
 لا توجد طريقة مؤكدة ومباشرة لقياس الفرق المطلق في الجهد الكهربي بين قطب فلز ومحلول أيونات. فى الخلية الجلفانية، فى حين أن الفرق بين جهدى قطبى الخلية الجلفانية يمكن قياسه بسهولة، عن طريق تكوين خلية جلفانية من نصفى خلية، إحداهما للقطب المراد قياس جهدة والأخرى لقطب قياسي ذو جهد ثابت ومعلوم تحت ظروف معينة، ثم قياس القوة الدافعة الكهربية، بدلالة قراءة القولتميتر الموصل بين قطبى نصفى الخلية، ومنها يتم حساب جهد القطب غير المعلوم.

 ◄ وقد اتفق العلماء على استخدام قطب الهيدروچين القياسي كقطب قياسي يمكن أن تقاس بواسطته الجهود المجهولة لأقطاب العناصر الأخرى، لأن جهد اختزاله القياسى (وكذلك جهد أكسدته القياسي) في الظروف القياسية يساوى zero وبالتالى تكون قراءة القولتميتر الموصل بين قطبى نصفى الخلية هى قيمة جهد القطب المجهول.

قطب الهيدروجين القياسي SHE

🕴 تركيبه

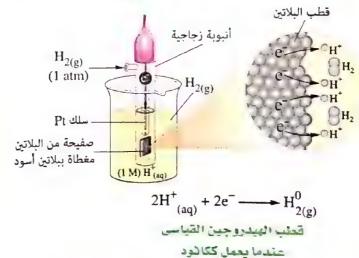
- ◄ يتركب من صفيحة من البلاتين مساحة سطحها (1 cm²) مغطاة بطبقة إسفنجية من البلاتين الأسود المجزأ.
- ◄ ويغمر قطب الهيدروچين جزئيًا في محلول يكون تركيز أيونات الهيدروچين فيه (1 M) عند درجة حرارة 2°25
 - ♦ ويمرر على الصفيحة تيار من غاز الهيدروچين تحت ضغط ثابت مقداره 1 atm



 $Pt + H_{2(g)} (1 \text{ atm}) / 2H^{+}_{(aq)} (1 \text{ M})$

 $^{2}H^{+}_{(aq)}(1 M) / Pt + H_{2(g)}(1 atm)$

شكل تخطيطي لقطب الهيدروجين القياسي



الرمز الاصطلاحي لنصف خلية الهيدروچين القياسية

- عندما يستخدم قطب الهيدروچين القياسي كأنود :
- ◄ عندما يستخدم قطب الهيدروچين القياسى ككاثود :

اهويته

- ◄ يستخدم في تعيين الجهود المجهولة لأقطاب العناصر الأخرى بمعلومية جهده.
 - جهد قطب الهيدروچين القياسي
 - * جهد أيًا من الأكسدة أو الاخترال في الظروف القياسية يساوي zero

111

ا ملحوظة إ

بتغير جهد قطب الهيدروچين عن zero عند تغير:

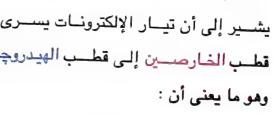
- درجة الحرارة عن 25°C
- و تركيز أيونات الهيدروچين $[H^+]$ في المُحلول عن $[H^+]$ أو كلاهما معًا. و الضغط الجزئي لغاز الهيدروچين (P_{H_2}) عن $[P_{H_2}]$

قَيَاسَ عَهِمْ قَطِبِ الخَارِصِينِ بِاسْتَقْدَامِ قَطِبِ الهِيدَرُودِينِ القَيَاسِينِ

عند تكوين خلية جلفانية من :

- نصف خلية الخارصين القياسية.
- نصف خلية الهيدروچين القياسية.

كانت قراءة القولتميتر (V 0.76) واتجاه مؤشره يشدير إلى أن تيار الإلكترونات يسرى من قطب الخارصين إلى قطب الهيدروچين،



- قطب الخارصين يعمل كأنود ·
- قطب الهيدروچين يعمل ككاثود.

emf =
$$E_{oxid}^{\circ}$$
 (Anode) + E_{red}° (Cathode)
emf = E_{oxid}° (Zn⁰) + E_{red}° (H⁺)

$$: E_{red}^{\circ}(H^{+}) = zero$$

ڤولتميتر 0.76 V

قياس جهد قطب الخارصين Zn باستخدام قطب الهيدروجين القياسي

Zn

$$\therefore E_{\text{oxid}}^{\circ} (Zn^{0}) = \text{emf} = +0.76 \text{ V}$$

 $\mathbb{D} H_2(1 \text{ atm})$ كاثود

$$Zn^{0}_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} E^{\circ}_{oxid} = +0.76 V$$

$$:: E_{\text{red}}^{\circ} (Zn^{2+}) = -E_{\text{oxid}}^{\circ} (Zn^{0})$$

:.
$$E_{\text{red}}^{\circ} (Zn^{2+}) = -0.76 \text{ V}$$

$$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Zn^{0}_{(s)}$$
 $E^{\circ}_{red} = -0.76 \text{ V}$



قياس جهد قطب النجاس باستخرام قطب الهيدروچين القياسي

انود H₂(1 atm) انود H⁺(1 M) Cu²⁺(1 M)

قياس جهد قطب النحاس Cu باستخدام قطب الهيدروچين القياسي

عند تكوين خلية جلفانية من :

- نصف خلية النحاس القياسية.
- نصف خلية الهيدروچين القياسية.

كانت قراءة القولتميتر (V 0.34 V)، واتجاه مؤشره يشير إلى أن تيار الإلكترونات يسيرى من قطب النحاس، وهو ما يعنى أن:

- قطب الهيدروچين يعمل كأنود.
 - قطب النحاس يعمل ككاثود.

$$emf = E_{oxid}^{\circ} (Anode) + E_{red}^{\circ} (Cathode)$$

$$\mathrm{emf} = \mathrm{E}_{\mathrm{oxid}}^{\circ} \, (\mathrm{H}_{2}^{0}) + \mathrm{E}_{\mathrm{red}}^{\circ} \, (\mathrm{Cu}^{2+})$$

$$\therefore E_{\text{oxid}}^{\circ}(H_2^0) = \text{zero}$$

:.
$$E_{\text{red}}^{\circ} (Cu^{2+}) = \text{emf} = +0.34 \text{ V}$$

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Cu^{0}_{(s)}$$
 $E^{\circ}_{red} = +0.34 \text{ V}$

$$\therefore E_{\text{oxid}}^{\circ}(Cu^{0}) = -E_{\text{red}}^{\circ}(Cu^{2+})$$

∴
$$E_{oxid}^{\circ}$$
 (Cu⁰) = -0.34 V

$$Cu_{(s)}^0 \longrightarrow Cu_{(aq)}^{2+} + 2e^- \quad E_{oxid}^\circ = -0.34 \text{ V}$$

وثيال

إذا كان الرمز الاصطلاحي لخلية جلفانية يمثل كالتالي:

 $2Li_{(s)} / 2Li_{(aq)}^{+} // 2H_{(aq)}^{+} (1 \text{ M}) / Pt + H_{2(g)} (1 \text{ atm})$

(٢) العامل المؤكسد في التفاعل.

حدد : (١) الكاثود في هذه الخلية.

(٣) جهد تأكسد الليثيوم، علمًا بأن جهد الخلية V 3.04 V

الحـــل

- (١) قطب الهيدروچين القياسى.
- (٢) أيونات الهيدروجين الموجبة.

$$emf = E_{oxid}^{\circ} (Li^{0}) + E_{red}^{\circ} (H^{+})$$
 (r)

$$3.04 = E_{oxid}^{\circ} (Li^{0}) + zero$$
 :: $E_{oxid}^{\circ} (Li^{0}) = 3.04 \text{ V}$

سلسلة الجهود الكهربية لأنصاف الخلايا

، بعدما أمكن تقدير الجهود القياسية °E للعديد من أنصاف الخلايا المقاسة بالنسبة لجهد الهيدروجين القياسى رُتبت هذه الجهود في سلسلة عرفت باسم سلسلة الجهود الكهربية، كما يتضع من الجدول التالى :

العنصر				ببت هده رمنهود عی سب
رنگستر	تفاعــل نصـف الخليــة	يزال القياسي (V) - É ^{red}	جهد الاخن	جهد الأكسدة القياسي (V)
Li	$Li^+ + e^- \longrightarrow Li^0$	rea		E° oxid
K	K^+ + $e^ K^0$		-3.045	+ 3.045
Ca	$Ca^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Ca^{0}$		-2.925	+ 3.045
Na	$Na^+ + e^- \longrightarrow Na^0$		-2.87	+ 2.87
Mg	$Mg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mg^0$	ترتب العناصر	-2.714	+2.714
Al	$Al^{3+} + 3e^{-} \longrightarrow Al^{0}$	تنازليًا بالنسبة	-2.37	+ 2.37
Zn	$Zn^{2+} + 2e^{-} = Zn^{0}$	لجهود الاختزال	-1.66	+ 1.66
Cr	$Cr^{3+} + 3e^{-} \longrightarrow Cr^{0}$	السالبة «بحيث	-0.76	+ 0.76
Fe	$Fe^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Fe^{0}$	تكون أكبر القيم	-0.74	+0.74
Cd	$Cd^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Cd^{0}$	السالبة في أعلى	-0.44	+0.44
Ni	$Ni^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Ni^{0}$	السلسلة»	-0.403	+ 0.403
Sn	$Sn^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Sn^{0}$		-0.25	+ 0.25
Pb	$Pb^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Pb^{0}$		-0.14	+0.14
H ₂	$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$		-0.126	+0.126
Cu	$Cu^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Cu^{0}$		0.000	0.000
I ₂	$I_2^0 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$	ترتب العناصر	+0.34	○ -0.34
Hg	$Hg^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Hg^{0}$	تصاعديًا بالنسبة	+ 0.535	-0.535
Ag	$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag^0$	لجهود الاختزال	+ 0.789	-0.789
Br ₂	$Br_2^0 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$	الموجبة «بحيث	+ 0.799	-0.799
-	$Cl_2^{0} + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$	تكون أكبر القيم	+1.08	-1.08
	$Au^{3+} + 3e^{-} \longrightarrow Au^{0}$	الموجبة في أسفل	+1.360	-1.360
:	$F_2^0 + 2e^- \longrightarrow 2F^-$	السلسلة»	+1.50	-1.50
+2.87 +2.87 -2.87				

«للإيضاج فقط»

الجهود الكهربية :

• ترتيب العناصر تنازليًا بالنسبة لجهود الاختزال السالبة وتصاعديًا بالنسبة لجهود الاختزال الموجبة، بحيث تكون أكبر القيم السالبة في أعلى السلسلة و أكبر القيم الموجبة في أسفلها.

 ترتيب العناصر تنازليًا بالنسبة لجهود الأكسدة الموجبة و تصاعديًا بالنسبة لجهود الأكسدة السالبة ، بحيث تكون أكبر القيم الموجبة في أعلى السلسلة و أكبر القيم السالبة في أسفلها.

• من دراسة سلسلة الجهود الكهربية للعناصر يمكن توضيح الحقائق التالية :

🚺 عناصر مقدمة السلسلة

👔 عناصر مؤخرة السلسلة

، تتميز عا يلي ،

- - (۱/۸) قيم جهود اختزالها موجبة. (١) قيم جهود اختزالها سالية.
 - (٢) قيم جهود أكسدتها موجبة.
 - بسهولة عندما تدخل في تفاعـل مـع أيونـات أي عنصر يحتل مكانة أدنى في السلسلة.
 - (٤) تعتبر عوامل مختزلة قوية.

(٢) قيم جهود أكسدتها سالبة. (٣) يسهل تأكسدها، لأنها تفقد إلكترونات تكافؤها (٣) يسلهل اختزالها، لأنها ذات قدرة أكبر على اكتساب الإلكترونات عندما تدخل في تفاعل مع أي عنصر يحتل مكانة أعلى في السلسلة.

- (٤) تعتبر عوامل مؤكسدة قوية.
- (٥) قوة العامل المختزل تزداد بزيادة جهد أكسدته. (٥) قوة العامل المؤكسد تزداد بزيادة جهد اختزاله.

$$Li^{0}_{(s)} \longrightarrow Li^{+}_{(aq)} + e^{-}$$

$$E^{\circ}_{oxid} = + 3.045 \text{ V}$$

$$Na^{0}_{(s)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + e^{-}$$

 $E_{\text{oxid}}^{\circ} = + 2.714 \text{ V}$

زدياد قوة العامل المختزل بزيادة جهد الأكسدة

* الليثيوم عامل مختزل أقوى من الصوديوم لأن جهد أكسدته أكبر.

• تطبيـق 😃 $F_{2(g)}^{0} + 2e^{-} \longrightarrow 2F_{(aq)}^{-}$ $E_{red}^{\circ} = + 2.87 \text{ V}$

$$Cl_{2(g)}^{0} + 2e^{-} \longrightarrow 2Cl_{(aq)}^{-}$$

$$E^{\circ}_{red} = + 1.36 \text{ V}$$

* الفلور عامل مؤكسد أقوى من الكلور لأن جهد اختزاله أكبر.

• تطبيق 🕡 العلاقة بين قوة العامل المؤكسد وجهد اختزاله وقوة العامل المختزل وجهد أكسدته.

يسهل أكسدة عنصر الليثيوم (Li(s)

لأن حهد أكسدته (+ 3.045 V + هو الأكبر مقارنةً بجهود أكسدة باقى عناصر السلسلة وبالتالي فهو يعتبر أقوى العوامل المختزلة

$$\operatorname{Li}^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow \operatorname{Li}^0_{(s)}$$

 $2H^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow H^{0}_{2(g)}$

 $F_{2(g)}^{0} + 2e^{-} = 2F_{(aq)}^{-}$

أزدياد قوة العامل المؤكسد بزيادة جهد الاختزال يسهل اختزال غاز الفلور (F_{2(g)}

لأن جهد اختراله (2.87 V +) هو الأكبر مقارنةً بجهود اختزال بأقى عناصر السلسلة وبالتالي فهو يعتبر أقوى العوامل المؤكسدة 📆 عناصر مقدمة السلسلة تحل محل العناصر التي تليما – في سلسلة الجهود الكهربية – في محاليل أملاحها.



$$Zn^0_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

$$Zn^{0}_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$$
 $E^{\circ}_{oxid} = + 0.76 \text{ V}$
 $Fe^{0}_{(s)} \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$ $E^{\circ}_{oxid} = + 0.44 \text{ V}$

$$Cu^0_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

يحل Zn أو Fe محل Cu في محاليل أملاحة ولا أيحدث العكس.

$$Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \longrightarrow ZnSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$$

$$Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \longrightarrow FeSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$$

والمنصرين اللذين سيتم بينهما الإحلال، كلما زادت قدرة العنصر المتقدم والمتعدم المتقدم على طرد العنصر المتأخر من محاليل أملاحه.

• تطبيق 🕺 «بدلالة جهود الأكسدة الموضحة في التطبيق السابق»

قدرة Zn على الإحلال محل Cu في محاليل أملاحه تفوق قدرة Zn

العناصر التى تسبق الهيدروچين في السلسلة (جهود أكسدتها بإشارة موجبة وجهود اختزالها بإشارة سالبة) يمكنها الإحلال محل أيونات "H في محاليل الأحماض أو الماء، ليتصاعد غاز الهيدروچين.

$$Fe^{0}_{(s)} \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$$
 $E^{\circ}_{oxid} = + 0.44 \text{ V}$

$$Cu^{0}_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$$

$$E_{\text{oxid}}^{\circ} = -0.34 \text{ V}$$

$$2H^{+}_{(ag)} + 2e^{-} \longrightarrow H^{0}_{2(g)}$$

$$E_{red}^{\circ} = zero$$

يحل Fe محل أبونات H في حمض الهيدروكلوريك، في حين لا يحل Cu محله.

Oxidation — $Fe_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow FeCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$ ---- Reduction -

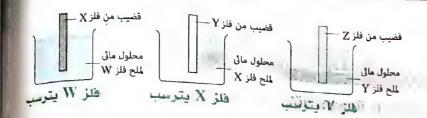
فيسود لا يصل النصاس محل هيدروچين أي من الماء أو الأحماض المخففة، بينما يصل الصوديوم محل هيدروچين كل من الماء أو الأحماض.

ت جهد أكسدة النحاس أقل من جهد أكسدة الهيدروچين، بينما جهد أكسدة الصوديوم أكبر من جهد أكسدة الهيدروجين

أهمية سلسلة الجهود الكهربية

◊ تحديد مدى إمكانية حدوث تفاعلات الأكسدة والاختزال بين العناصر والأيونات المختلفة (تلقائية أو غير تلقائية). تحديد مدى إمكانية إحلال الفلزات محل بعضها في محاليل أملاحها أو محل هيدروچين أيًا من الحمض أو الماء. ▼ تحديد قيمة emf عند تكوين خلية جلفانية.

مثال 🛈



.: الفلز Z أنشط من الفلز Y

X الفلز Y أنشط من الفلز X

الفلز X أنشط من الفلز W

غُمس ثلاثة فلزات مختلفة (Z) ، (Y) ، (X) ، في ثلاثة محاليل مختلفة، كما بالأشكال المقابلة، رتب الفلزات (W ، Z ، Y ، X) تصاعديًا حسب نشاطها الكيميائي، مع التفسير.

فكرة الحل

- : الفلن Z بحل محل الفلن Y
- : الفلز Y يحل محل الفلز X
- W الفلز X يحل محل الفلز X

٠٠ الفلز ٨ يحل محل

Z>Y>X>W : ترتب الفلزات تصاعديًا حسب نشاطها الكيميائي، كالتالى

مثيال 🕜

رتب أنصاف الخلايا الآتية تصاعديًا حسب قوتها كعوامل مختزلة :

- $\bullet Zn^{2+}_{(aq)} / Zn^{0}_{(s)}$ $E^{\circ} = -0.76 \text{ V}$
- $Mg^{2+}_{(aq)} / Mg^{0}_{(s)}$ $E^{\circ} = -2.37 \text{ V}$
- $2Cl_{(aq)}^{-}/Cl_{2(g)}^{0}$ $E^{\circ} = -1.36 \text{ V}$
- $K^{+}_{(aq)} / K^{0}_{(s)}$ $E^{\circ} = -2.925 \text{ V}$
- $Pt^{2+}_{(aq)} / Pt^{0}_{(s)}$ $E^{\circ} = +1.2 \text{ V}$

شم اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية الجلفانية التي تعطى أكبر قوة دافعة كهربية من أنصاف الخلايا السابقة موضحًا اتجاه سريان التيار الكهربي فيها.

الحسل

- · · قوة العامل المختزل تزداد بزيادة جهد أكسدته.
- . يمكن ترتيب أنصاف الخلايا تصاعديًا حسب جهود أكسدتها (قوتها كعوامل مختزلة) كالتالى :

ترتيبها (كعوامل مختزلة)	جهد الأكسدة	جهد الاختزال	نصف الخلية
الأول	-1.36 V	+ 1.36 V	$2\operatorname{Cl}^{-}_{(aq)}/\operatorname{Cl}^{0}_{2(g)}$
الثاني	– 1.2 V	+ 1.2 V	$Pt^{2+}_{(aq)} / Pt^{0}_{(s)}$
الثالث	+ 0.76 V	– 0.76 V	$Zn^{2+}_{(aq)}/Zn^{0}_{(s)}$
الرابع	+ 2.37 V	– 2.37 V	$Mg^{2+}_{(aq)}/Mg^{0}_{(s)}$
الخامس	+ 2.925 V	- 2.925 V	$K^{+}_{(aq)}/K^{0}_{(s)}$

* الخلية الجلفانية التي تعطى أكبر قوة دافعة كهربية هي خلية البوتاسيوم والكلور.

$$E_{cell} = E_{oxid}^{\circ}$$
 (Anode) + E_{red}° (Cathode) = $2.925 + 1.36 = 4.285$ V | $2K_{(aq)}^{0} / 2K_{(aq)}^{-1} / 2Cl_{(aq)}^{-1} = E_{oxid}^{\circ}$ (Anode) + E_{red}° (Cathode) = $2.925 + 1.36 = 4.285$ V | $2K_{(aq)}^{0} / 2Cl_{(aq)}^{-1} = E_{oxid}^{0}$ (المرز الاصطلاحي للخلية : $2K_{(aq)}^{0} / 2K_{(aq)}^{+1} / 2K_{(aq)}^{-1} = E_{oxid}^{0}$ (الكور).

الخلايا الجلفانية و إنتاج الطاقة الكهربية

الى ما قبل الخلايا الإلكتروليتية

الدرس الثانى

الخلايا الجلفانية وإنتاج الطاقة الكهربية

تَنتج الخلايا الجلفانية طاقة كهربية من خلال تفاعلات (أكسدة - اختزال) تلقائية

تصنف الخلايا الجلفانية

تبعًا لطبيعة عملها في إنتاج الطاقة الكهربية إلى:

خلايا ثانوية

— رائي — خلايا أولية

من

الخلايا النولية Primary Cells

◄ هي خلايا جلفانية تتحول فيها الطاقة الكيميائية المختزنة إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل (أكسدة - اختزال)
 لقائي غير انعكاسي و لا يمكن إعادة شحنها بعد تفريغها.

عيوب الخلايا الأولية

• توصف الخلايا الأولية بأنها خلايا غير انعكاسية، لأنه يصعب عمليًا و اقتصاديًا وربما يكون من المستحيل إعادة شحنها بغرض إعادة مكوناتها إلى حالتها الأصلية.

بتوقف عمل الخلايا الأولية عندما :

- تستهلك مادة المصعد.
- تنضب أيونات نصف خلية المهبط (الكاثود).

مميزات الخلايا الأولية)

◄ تعرف الخلايا الأولية بالبطاريات الجافة (Dry Batteries)، حيث توجد في صورة جافة وليست سائلة،
حتى يسهل استخدامها وخاصة في الأجهزة المتنقلة.

• تحقق الخلايا الأولية الجافة جهدًا ثابتًا لهدة أطول أثناء تشغيلها.

بمكن تصنيع الخلايا الأولية في أحجام صغيرة.

نماذج من الخلايا الأولية

خلية الوقود

خلية الزئبق

Mercury Coll خلية الزليق





تركيب خلية الرئيق

النــــوع

الإلكتروليت

الأنـــود (المصعـد) (القطب السالب)

الكاثود (المهبط) (القطب الموجب)

التفاعل الكـــلي

القوة الدافعة الكهربية

الاستخــــدام

احتياطات ما بعد الاستخدام

- * خلية جلفانية أولية.
- * تصنع فى شكل أسطوانى أو على هيئة قرص مغلق بإحكام وتتميز بصغر حجمها.
 - * هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH).
 - * الخارصين (Zn).
 - * أكسيد الزئبق (HgO) والجرافيت.

$$Zn^{0}_{(s)} + HgO_{(s)} \xrightarrow{} ZnO_{(s)} + Hg^{0}_{(l)}$$
Reduction

$$E_{cell} = emf_{cell} = 1.35 \text{ V}$$

- * تتميز خلية الزئبق بصغر حجمها، لذا فهي شائعة الاستخدام في :
 - سماعات الأذن.
 - الساعات.
 - كاميرات التصوير.
 - * يجب التخلص من خلية الزئبق بعد استخدامها بطريقة آمنة، لاحتوائها على مادة الزئبق السامة.

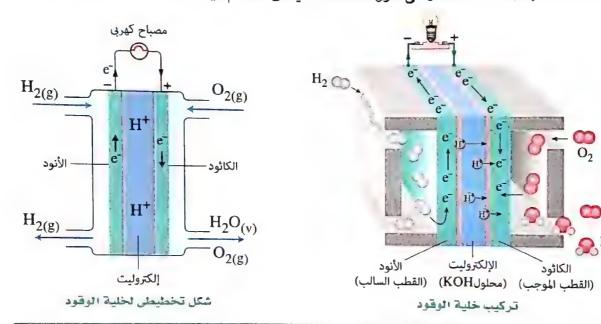
Fuel Cell علية الوقود

◄ يحترق غاز الهيدروچين H₂ بعنف في الهواء ويكون التفاعل مصحوبًا بانطلاق ضوء وحرارة.



$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(v)} + Energy$$

• تمكن العلماء من إجراء هذا التفاعل في ظروف خاصة - يمكن التحكم فيها - داخل ما يُعرف بخلية الوقود.



- التركي
- الــوقـــود المســتخـدم
 - الإلكتروليت
- تفاعل الأنود (تفاعل الأكسدة)
- تفاعل الكاثود (تفاعل الاختزال)
 - التفاعل الكـــلي
- القوة الدافعية الكهربيية

- * خلىة جلفانية أولية.
- * تتركب خلية الوقود من قطبين، كل منهما على هيئة وعاء مجوف مبطن بطبقة من الكربون المسامى، السماح بالاتصال بين ما بداخل الوعاء المجوف والمحلول الإلكتروليتي،
 - \star غازى الهيدروچين (H_2) والأكسچين (O_2) من مصدر خارجى.
 - * محلول مائى ساخن من هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH).
- $2H_{2(g)} + 4OH_{(aq)}^{-} \longrightarrow 4H_{2}O_{(v)} + 4e^{-} E_{oxid}^{\circ} = 0.83 \text{ V} \dots 1$
- $O_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + 4e^- \longrightarrow 4OH_{(aq)}^- E_{red}^\circ = 0.4 \text{ V} \dots \bigcirc 2$
 - * بجمع المعادلتين 1 ، 2 : $E_{cell} = 1.23 \text{ V}$
- $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(v)}$
- $E_{cell} = emf_{cell} = E_{oxid}^{\circ} (Anode) + E_{red}^{\circ} (Cathode)$ = 0.83 + 0.4 = 1.23 V

المميـــــزات

الاختــــلاف عن بــــاقى الخلايــــا الجلفانيـــة

- * لا تُستهلك مكوناتها كباقى الخلايا الجلفانية، لأنها تزود بالوقود من مصدر خارجى.
- * تعمل عند درجات حرارة مرتفعة، وهو ما يؤدى إلى تبخر الماء الناتج عنها ويستخدم بعد تكثيفه كمياه للشرب.
- * يتطلب عملها الإمداد المستمر بالوقود والإزالة المستمرة للنواتج، لأنها لا تختزن الطاقة التي تنتجها.

فـسر:

- (١) خلية الوقود (أو خلية الزئبق) من الخلايا الجلفانية الأولية. لأن تفاعل الأكسدة و الاختزال الحادث فيها تلقائي وغير انعكاسي.
 - (۲) خلية الوقود (أو خلية الزئبق) من الخلايا القلوية.
 لأن الإلكتروليت المستخدم فيها هو هيدروكسيد البوتاسيوم.
 - (٣) أهمية خلايا الوقود في مركبات الفضاء. لأن الوقود المستخدم فيها هو نفس الوقود المستخدم في إطلاق الصواريخ الحاملة لمركبات الفضاء، بالإضافة إلى استخدام الماء الناتج عنها – بعد تكثيفه – كمياه شرب



صاروخ يحمل مركبة فضاء

Secondary Cells الخلايا الثانوية

لرواد الفضاء،

- هي خلايا جلفانية تتحول فيها الطاقة الكيميائية المختزنة إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل (أكسدة اختزال) تلقائي انعكاسي ويمكن إعادة شحنها بعد تفريغها.
 - تُجرى عملية إعادة شحن الخلايا الثانوية بإمرار تيار كهربى مستمر من مصدر خارجى جهده أعلى من £ والجرى حارجى جهده أعلى من E البطارية بين قطبيها، في عكس اتجاه مروره أثناء عملية التفريغ.

نماذج من الخلايا الثانوية

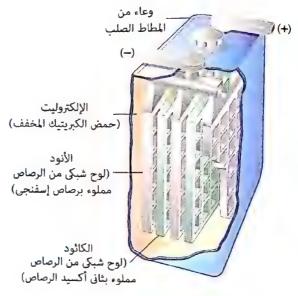
بطارية أيون الليثيوم

بطارية الرصاص الحامضية

بطارية الرصاص الحامضية Lead - acid battery

• تُعرف بطارية الرصاص الحامضية (مركم الرصاص) باسم بطارية السيارات، لأنها تعتبر أنسب أنواع البطاريات المستخدمة في السيارات.

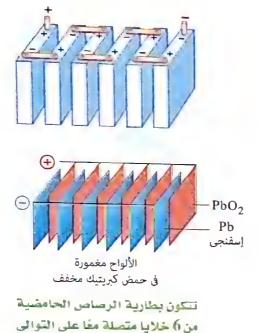
تتكون هذه البطارية غالبًا من 6 خلايا متصلة معًا على التوالى،
 وعند الحاجة يمكن تصنيع بطاريات أكبر حجمًا تحتوى على
 أكثر من 6 خلايا.



تركيب خلية واحدة من خلايا بطارية السيارة



بطارية سيارة



النـــــوع

التركيب

الإلكتيرولييت

الأنـــود (المصعـد) (القطب السالب)

الكاثود (المهبط) (القطب الموجب)

* خلية جلفانية ثانوية.

- * تُصنع بطارية الرصاص الحامضية من وعاء من المطاط الصلب أو البلاستيك (بولى ستيرين)، لأنه لا يتأثر بحمض الكبريتيك المستخدم فيها.
- * ألواح من شبكات الرصاص المعزولة عن بعضها بصفائح عازلة، وتغمر جميعها في حمض الكبريتيك المخفف.
 - (H_2SO_4) * حمض الكبريتيك المخفف

 $H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$

* شبكة من الرصاص مملوءة برصاص إسفنجي (Pb).

* شبكة من الرصاص مملوءة بعجينة من ثاني أكسيد الرصاص (PbO₂).

الامتحان كيمياء - شرح/ ٣ ث (٢ : ٢٥)

* تفريغ مركم الرصاص هو عملية تحويل الطاقة الكيميائية المختزنة في المركم إلى طاقة كهربية عن طريق تفاعل (أكسدة - اختزال) تلقائي.

* يعمل مركم الرصاص عند تشغيل السيارة كخلية جلفانية وبتم فيها التفاعلات التالية :

$$Pb^{0}_{(s)} + SO_{4 \text{ (aq)}}^{2-} \xrightarrow{\text{Oxidation}} PbSO_{4(s)} + 2e^{-} E_{\text{oxid}}^{a} = 0.36 \text{ V}$$

تفاعل الكاثود :

$$PbO_{2(s)} + 4H^{+}_{(aq)} + SO_{4~(aq)}^{2-} + 2e^{-} \xrightarrow{Reduction} PbSO_{4(s)} + 2H_{2}O_{(l)}$$

$$E_{red}^{\circ} = 1.69 \text{ V} \dots 2$$

* وبجمع معادلتي التفاعلين 1 ، 2 نحصل على معادلة التفريغ :

$$Pb_{(s)}^{0} + PbO_{2(s)} + 4H_{(aq)}^{+} + 2SO_{4(aq)}^{2-} \xrightarrow{discharge} 2PbSO_{4(s)} + 2H_{2}O_{(l)}$$
 $E_{cell} \approx 2 \text{ V}$

- * طول مدة استخدام بطارية السيارة يقلل من شدة التيار الكهربى الصادر عنها، لأنه يؤدي إلى :
 - زيادة تخفيف حمض الكبريتيك بالماء الناتج من تفاعلات التفريغ.
- تحول مادة الأنود (Pb) ومادة الكاثود (PbO₂) إلى كبريتات رصاص (Pb ومادة الكاثود وهو ما يستلزم إعادة شحن البطارية، أى تحويلها من خلية جلفانية إلى خلية تحليلية (إلكتروليتية) وذلك بتوصيل قطبى المركم بمصدر خارجى للتيار الكهربى المستمر، جهده أكبر قليلًا من جهد المركم، مما يؤدى إلى حدوث تفاعل كيميائى غير تلقائى معاكس للتفاعل التلقائى الذى حدث أثناء عملية التفريخ.

* وهذا التفاعل العكسى يؤدى إلى :

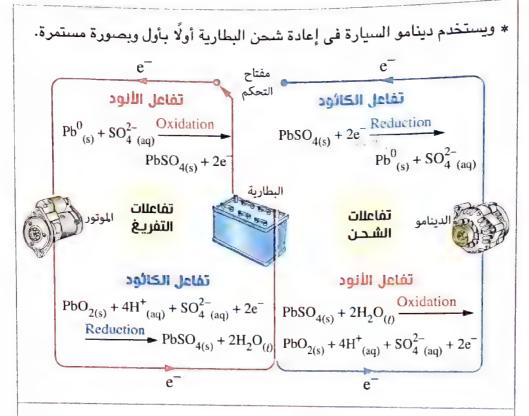
- تحول كبريتات الرصاص (II) PbSO₄ (II) إلى رصاص (Pb) عند كاتود الخلية التحليلية (أنود الخلية الجلفانية)، وثانى أكسيد رصاص (PbO₂) عند أنود الخلية التحليلية (كاثود الخلية الجلفانية).
- إعادة تركيز حمض الكبريتيك إلى ما كان عليه، وتتم هذه التفاعلات، كالتالى : تفاعل الكاثود :

$$PbSO_{4(s)} + 2e^{-} \xrightarrow{Reduction} Pb^{0}_{(s)} + SO_{4 \text{ (aq)}}^{2-}$$
①

 $PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(l)}$ Oxidation $PbO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + SO_{4(aq)}^2 + 2e^-_1$ (1) ويجمع معادلتي التفاعلين (1) ، (1) نحصل على معادلة الشحن

تفاعـــلات التفـريـــغ (Discharging)

<mark>تفاعـــلات الشـــدـن</mark> (Charging)



$$Pb_{(s)}^{0} + PbO_{2(s)} + 4H_{(aq)}^{+} + 2SO_{4(aq)}^{2-} \xrightarrow{\text{discharge}} 2PbSO_{4(s)} + 2H_{2}O_{(l)}$$

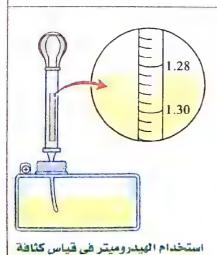
معادلة التفاعل الكلي

$$E_{cell} = emf_{cell} = E_{oxid}^{\circ} (Anode) + E_{red}^{\circ} (Cathode)$$

= 0.36 + 1.69 \(\times 2\) V

القوة الدافعة الكهربية

: البطارية تتكون غالبًا من 6 خلايا متصلة معًا على التوالى : emf_Battery = $2 \times 6 = 12$ V



حمض الكبريتيك في بطارية السيارة

- * يستخدم جهاز الهيدروميتر (جهاز قياس كثافة السوائل) في التعرف على حالة البطارية بقياس كثافة حمض الكبريتيك فيها، حيث تكون البطارية:
- كاملية الشيون : عندميا تكون كثافة الحمض من (1.28 : 1.30 g/cm³). *
- فى حاجة لإعادة الشحن وزيادة تركيز الحمض : عندما تكون كثافة الحمض أقل من 1.20 g/cm³

الكشيف عين حالية البطاريية

کی فسسر:

- (۱) تعتبر الخلايا الثانوية (المراكم) بطاريات لتخزين الطاقة، لأنها عند الشحن تختزن الطاقة الكهربية في صورة طاقة كيميائية، يمكن تحويلها مرة أخرى إلى طاقة كهربية عند اللزوم.
 - (٢) مركم الرصاص من البطاريات الحامضية. لأن الإلكتروليت المستخدم فيه هو حمض الكبريتيك المخفف.
- (٣) تعمل بطارية السيارة كخلية جلفانية و كخلية إلكتروليتية. لأنها تعمل كخلية جلفانية عند تشغيلها (تفريغها)، حيث تتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية وتعمل كخلية إلكتروليتية (تحليلية) عند شحنها، حيث تتحول الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية.
- (٤) بطارية السيارة تمثل خلية انعكاسية.
 لأنه عند إمدادها بمصدر خارجى التيار الكهربى المستمر جهده أكبر قليلًا من جهدها تنعكس تفاعلات الأكسدة إلى اختزال والعكس.

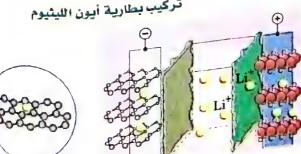
المنسوم Lithium ion battery بطارية أيون الليسوم

- بستخدم الليثيوم في تركيب بطارية أيون الليثيوم،
 لسببين أساسيين، هما:
 - الليثيوم أخف فلز معروف.
- جهد الاختزال القياسي لأيون الليثيوم (V 3.04 -)
 هو الأصغر بالنسبة لجهود اختزال باقى العناصر.



بطارية أيون الليثيوم

- النـــوع
- * تتركب بطارية أيون الليثيوم من غلاف معدنى يحيط برقائق ملفوفة بشكل حلزونى، وهى : الأنود والكاثود وبينهما عازل، وتكون جميعها مغمورة فى الإلكتروليت.
- الإلكتروليت الأنود عازل تركيب بطارية أيون الليثيوم



تركيب الأنود والكاثود في بطارية أيون الليثيوم

O Li

* خلية جلفانية ثانوية.

O ۱۱ Co – O – Li أكسيد الليثيوم كوبلت التركيب

197.

الالكتروليت

النبود (المصعد) (القطب السالب)

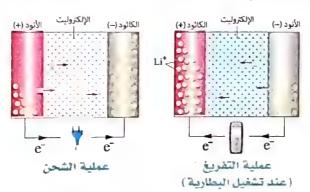
الكاثود (المصبط) (القطب الموجب)

العـــازل

- * محلول لامائي من سداسي فلوروفوسفيد الليثيوم (LiPF₆).
 - * جرافيت الليثيوم (LiC₆).
 - * أكسيد الليثيوم كوبلت (LiCoO₂).
- * شريحة رقيقة جدًّا من البلاستيك تعمل على عزل القطب السالب (الأنود) عن القطب الموجب (الكاثود) وتسمح في نفس الوقت بمرور الأيونات من خلالها.
 - * تتم التفاعلات الآتية عند تشغيل (تفريغ) البطارية :
 - تفاعل الأنود:

• تفاعل الكاثود:

وبجمع معادلتي التفاعلين (1) ، (2) نحصل على معادلة تفريغ بطارية أيون الليثيوم، كالتالى:



$$\text{LiC}_{6(s)} + \text{CoO}_{2(s)} \xrightarrow{\text{discharge}} \text{C}_{6(s)} + \text{LiCoO}_{2(s)}$$

$$E_{cell} = emf_{Battery} = 3 \text{ V}$$

معادلة التفاعل الكلي

تفاعلات التفريغ

- القوة الدافعة الكهربية
- الاستخداميات
- * تتميز بطارية أيون الليثيوم بخفة وزنها وقدرتها على تخزين كميات كبيرة من الطاقة مقارنةً بحجمها، كما أنها بطارية جافة قابلة للشحن، لذا تستخدم في:
 - أحهرة التليفون المحمول Mobile
 - أحهرة الكمبيوتر المحمول Laptop
 - السيارات الكهربية، كبديل لبطارية مركم الرصاص.

تآكل المعادن



◄ وتعتبر تفاعلات صدأ المعادن من تفاعلات (الأكسدة - الاختزال) غير المرغوب فيها، لأنها تتسبب في تدهور المنشات المعدنية، وخاصةً الحديدية منها مما يسبب خسائر اقتصادية فادحة.

◄ وتقدر كمية الحديد المفقودة سنوبًا نتبجة الصدأ، بحوالي رُبع إنتاج العالم منه سنويًا.

 ◄ وتختلف الفلزات عن بعضها في تعرضها للتأكل، لأن صدأ الفلزات يتوقف على مدى نشاطها الكيميائي، فالفلزات التي تقع في مقدمة سلسلة الجهود الكهربية، تكون عُرضة للتأكل الشديد، بينما فلزات مؤخرة السلسلة - مثل الذهب - لا تتأكل بسهولة في الظروف الطبيعية.

تركيبها حسب طبيعة مكونات غازات الهواء الجوى.

◄ تحدث أبسه حالات التآكل عند ملامسة الفلزات للهواء الجوي، فيتفاعل سيطح الفلز مع مكونات الهواء (الأكسچين، بخار الماء، وغيرها من الغازات)، فتتكون طبقة على سطح الفلز، يختلف



للاقتصاد العالمي



يتأكل الحديد في صورة طبقات قبدأ من السطح

طبقة هشة مسامية

تذوب في المساء

• وتختليف طبيعة هذه الطبقة المتكونة، كما يتضح من المخطط التالى:

الطبقة المتكونة على سطح الفلز المتآكل

تصنف حسب



طبقة صلبة غير مسامية شديدة الالتصاق بالفلز

طبقة من هيدروكسيد الفلز (الأكسيد المائي للفلز)

طبقة من أكسيد الفلز

◄ وعندما تكون الطبقة المتكونة متماسكة صلبة غير مسامية شديدة الالتصاق بالفلز ولا تدوب في الماء، فإنها تقف حائلًا بين الفلز والوسط المحيط، وبالتالي فإنها تحمى الفلز من زيادة التأكل.

 أما عندما تكون الطبقة المتكونة هشة مسامية وقابلة للاوبان في الماء، فإن فرصة التآكل السريع تكون أكبر، وهو ما يحدث عند وجود الفلز في وسلط مائي، لأن وجود الأكسبيين في الماء وكذلك وجود الأملاح فيه، تجعله موصل جيد للكهرباء، وهو ما يُسرع من العمليات الكهروكيميائية.

ال فسر:



* عدم تأكل الذهب بسهولة في الظروف العادية.

لأن الذهب من الفلزات المتأخرة في سلسلة الجهود الكهربية (جهد تأكسده صغير).

(٢) صعوبة صدأ (تأكل) الألومنيوم بالرغم من أنه من العناصر التي تقع في مقدمة السلسلة. لأن الألومنيوم يتفاعل مع الهواء الجوى مكونًا طبقة صلبة غير مسامية من أكسيد الألومنيوم، لا تذوب في الماء، فتحميه من التآكل.

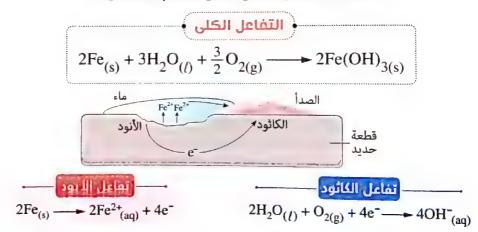
ميكانيكية عملية تآكل المعادن

أُ تَاكُلُ الفَلْرَاتُ النقية - حتى الحديد - يكون صعبًا، ولكن معظم المعادن الصناعية تحتوى على شوائب مختلفة تنشط عملية التآكل، لأن ملامسة فلز أقل نشاطًا لفلز آخر أكثر منه نشاطًا يسبب تآكل الفلز الأنشط، حدث تتكون خلية جلفانية موضعية، يكون فيها:

اللنود: هو الفلز الأكثر نشاطًا (الفلز الذي سيتأكل).

الكاثود: هو الفلز الأقل نشاطًا أو الكربون الموجود في صورة شوائب.

وتفسر ميكانيكية تاكل الحديد الصلب، كالتالى :



ميكانيكية تأكل الحديد الصلب

عند حدوث كسر أو تشقق في قطعة حديد، فإنها تكون خلية جلفانية، يكون فيها :

- الإلكتروليت : الماء المذاب فيه بعض الأملاح (الأيونات).
- الأنود : قطعة الحديد، ويتم التأكسد تبعًا للمعادلة التالية :

 $2Fe_{(s)} \xrightarrow{Oxidation} 2Fe^{2+}_{(aq)} + 4e^{-}$

وتنتقل: • أيونات +Fe2 إلى الإلكتروليت، لتصبح جزء منه.

• الإلكترونات إلى الكاتود خلال قطعة الحديد (أي أن قطعة الحديد تقوم بدور كل من الأنود والدائرة الخارجية)،

• الكاثود : شوائب الكربون الموجودة في الحديد، ويتم اختزال أكسچين الهواء الجوى إلى أيونات الهيدروكسيد (OH)، تبعًا للمعادلة التالية:

 $2H_2O_{(f)} + O_{2(g)} + 4e^{-\frac{\text{Reduction}}{2}} + 4OH_{(ag)}$

. يتم في الإلكتروليت :

• اتحاد أيونات الحديد (II) (Fe²⁺) مع أيونات الهيدروكسيد (OH⁻) مكونة هيدروكسيد الحديد (II)، تبعًا للمعادلة التالية:

$$2Fe^{2+}_{(aq)} + 4OH_{(aq)} \longrightarrow 2Fe(OH)_{2(s)}$$
 : 42

• تأكسيد هيدروكسيد الحديد (II) بفعل الأكسين الذائب في الماء إلى هيدروكسيد الحديد (III). تبعًا للمعادلة التالية:

$$2\text{Fe(OH)}_{2(s)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \longrightarrow 2\text{Fe(OH)}_{3(s)}$$

التفاعل الكلى: بجمع المعادلات الأربعة السابقة:

$$2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \frac{3}{2}\text{O}_{2(g)} \longrightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_{3(s)}$$



الصدأ عملية بطيئة، لأن الماء يحتوى على كميات محدودة من الأيونات، وإذا احتوى الماء على كميات كبيرة من الأيونات (كمياه البحار)، فإن عملية الصدأ تتم بشكل أسرع



يتسبب الماء المحتوى على الكثير من الأيونات (كمياه البحار) في زيادة معدل صدأ الحديد

العوامل المسببة لتآكل الفلزات

يمكن إجمال العوامل المسببة لتأكل الفلزات، في المخطط التالي :

العوامل المسببة لتأكل الفلزات

عوامل تتعلق



يعتبر الماء والأكسجين والأملاح هي العوامل الخارجية التى تؤثر بشكل أساسى في عملية تآكل المعادن

اتصال الفلزات ببعضها عدم تجانس السبائك

دور عدم تجانس السبائك في عملية التاكل

· تستخدم الفلزات في الصناعة غالبًا في صورة سبائك غير متجانسة، لصعوبة تحضيرها في صورة متجانسة التركيب، ويترتب على ذلك تكون عدد لانهائى من الخلايا الجلفانية الموضعية - داخل السبيكة - والتي تسبب في تأكل الفلز الأكثر نشاطًا.

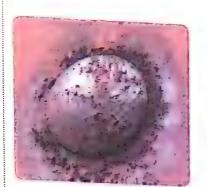
دور اتصال الفلزات ببعضها في عملية التأكل

انصال الفلزات ببعضها يتسبب في زيادة سرعة عملية الصدأ، لتكون خلايا جلفانية موضعية تتسبب في تأكل الفلز الأكثر نشاطًا ويحدث ذلك عند : أشتسيع الداب

- و مواضع لحام الفلزات ببعضها.
- استخدام مسامير برشام من فلز مختلف.

تطييق

وعند تلامس الألومنيوم والنحاس يتآكل الألومنيوم أولًا. عند تلامس الحديد والنحاس يتأكل الحديد أولًا.



تتسبب مسامير البرشام في زيادة سرعة الصدأ

طرق وقاية الحديد من الصدأ

 أيعد الحفاظ على الفلزات وحمايتها من الصدأ - وخاصةً الحديد -من أساسيات حماية الاقتصاد العالمي، وتتم حماية الحديد بتغطيت بمادة أخرى تعرله عن الوسط المحيط، ويتم ذلك بإحدى طريقتين، هما :

- الطلاء بمادة عضوية مثل الزيت أو الورنيش أو السلاقون، وهي طريقة غير فعالة على المدى البعيد.
- التغطية بالفلزات المقاومة التاكل، ويكون ذلك بإحدى طريقتين، هما:



طلاء الحديد بمادة زيتية يحميه من الصدأ



الحماية الكاثودية (الغطاء الكاثودي)

 أعرف تغطية الفلز المراد حمايته من الصدأ، بفلز آخر أقل منه نشاطًا بالغطاء الكاثودي

مثال استخدام القصدير (Sn) في طلاء الحديد المستخدم في صناعة معلبات المأكولات المحفوظة.

- عيب الفطاء الكاثودي
- ا عند حدوث خدش في الحديد المطلى بفلز أقل منه نشاطًا - كالقصدير - فإنه يصدأ بشكل أسرع من صدأ الحديد غير المطلى، لتكون خلية جلفانية، موضعية يحون فيها:
 - الأنود : الفلز الأكثر نشاطًا (الحديد).
 - · الكائن، ؛ الفلز الأقل نشاطًا (القصدير)·





تصنع معليات التونة من الحديد المطلي بالقصدير





يصدأ الحديد المطلى بالقصدين بشكل أسرع عند خدشه

🥥 الحماية الأنودية (الغطاء الأنودي)

أعرف تغطية الفلز المراد حمايته من الصدأ بفلز آخر أكثر منه نشاطًا بالغطاء الأنودي.

acu meet here is

أمثلة

◄ استخدام الماغنسيوم (أو الزنك) فى وقاية الصلب
 المستخدم فى صناعة السفن.

طلاء الحديد بغمسه في الخارصين المنصهر،
 فيما يعرف بعملية الجلفئة.



الحديد المجلفن عبارة عن حديد مطلى بالخارصين

• ميزة الفطاء الأنودي

◄ عند حدوث خدش في طبقة الغطاء الأنودي (وليكن الخارصين)، فإن الفلز المشراد حمايته (وليكن الحديد)
 لا يبدأ في التآكل إلا بعد تآكل طبقة الغطاء الأنودي بالكامل وهو ما يستغرق وقتًا طويلًا جدًا، لتكون خلية جلفائية
 موضعية بكون فيها:

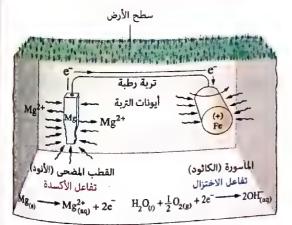
• الكاثود: الفلز الأقل نشاطًا (الحديد).

• الأنوب : الفلز الأكثر نشاطًا (الخارصين).

ويسمى الأنود في مثل هذه الخلية الجلفائية بالقطب المضحى.

ً القطب المضدى

مواسير الحديد المدفونة في التربة الرطبة وهياكل السفن دائمة الاتصال بالماء المالح تكون أكثر عرضة للتآكل، ولحمايتها من التآكل، يتم جعلها كاشودًا، وذلك بتوصيلها بفلز آخر أكثر نشاطًا من الحديد – وليكن الماغنسيوم – ليعمل كأنود، وهو ما يؤدي إلى تأكل الماغنسيوم بدلًا من تآكل الحديد، لذا يطلق عليه مصطلح القطب المضحى.



توصيل مواسير حديد مدفونة في التربة الرطبة بقطب مضحى من الماغنسيوم «المعادلات للإيضاح فقط»

القطب المضحى هو الفلز الذي يتآكل عند توصيله بفلز آخر أقل منه نشاطًا، حيث يعمل هذا الفلز الأنشط كأنود لحماية الفلز الأقل نشاطًا (الكاثود) من الصدأ.

المسر:



(٢) يفضل الغطاء الأنودي عن الغطاء الكاثودي.

لأنه عند حدوث خدش في طبقة الغطاء الأنودي، فإن الفلز المراد حمايته لا يبدأ في التأكل الا بعد تأكل طبقة الغطاء الأنودي بالكامل، وهو ما يستغرق وقتًا طويلًا جدًا، أما عند حدوث خدش في طبقة الغطاء الكاثودي، فإن الفلز المراد حمايته يتأكل بشكل أسرع.

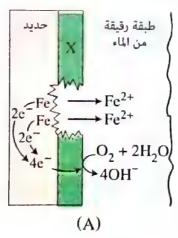


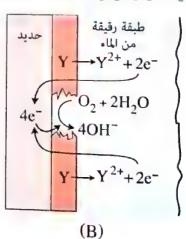
(٢) توصل مواسير الحديد المدفونة في التربة الرطبة بشرائح من الخارصين (أو الماغنسيوم).

ليعمل الخارصين (أو الماغنسيوم) كغطاء أنودى (قطب مضحى) يتآكل بدلًا من الحديد.

وثال

الشكلان التاليان يمثلان وسيلتين من وسائل حماية الحديد من الصدأ:





(١) أيًّا من الفلزين (X) ، (Y) يمثل الخارصين وأيهما يمثل القصدير ؟

(۲) ما نوع الحماية المعبر عنها في الشكل (A) ؟ مع التفسير.

الحـــل

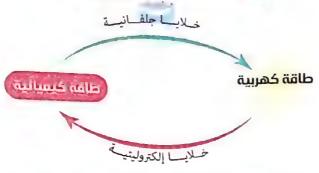
(۱) • الفلز (X) : القصدير،

• الفلز (Y): الخارصين.

(٢) حماية كاثودية /

لأنه عند حدوث خدش في الطبقة (X)، يحدث تأكل في الحديد،

الخلايا الإلكتروليتية

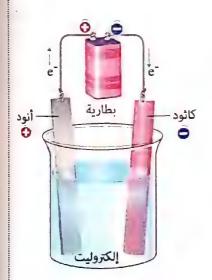


تحولات الطاقة في الخلايا الجلفانية و الخلايا الإلكتروليتية

- ◄ علمت في الدرس الأول أن الخلايا الجلفانية تتحول فيها الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية،
 أما الخلايا الإلكتروليتية تتحول فيها الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية.
 - ◄ الخلايا الإلكتروليتية هي خلايا كهربية تستخدم فيها الطاقة من مصدر خارجي لإحداث تفاعل (أكسدة اختزال)
 غير تلقائي.

(ترکیبھا

- تتركب الخلية الإلكتروليتية من وعاء يحتوى على
 إلكتروليت سائل، قد يكون :
- محلولًا لأحد (الأملاح أو القواعد أو الأحماض).
 أو
 - مصهورًا لأحد الأملاح أو أكاسيد الفلزات.
 - ويغمر بالإلكتروليت جزئيًا قطبان، هما :
- الأنود: وهو القطب المتصل بالقطب الموجب للبطارية ويحدث له أو عنده تفاعل الأكسدة.
- الحاثود: وهو القطب المتصل بالقطب السالب للبطارية ويحدث عنده تفاعل الاختزال.



خلية الكتروليتية

وقد يكون القطبين من :

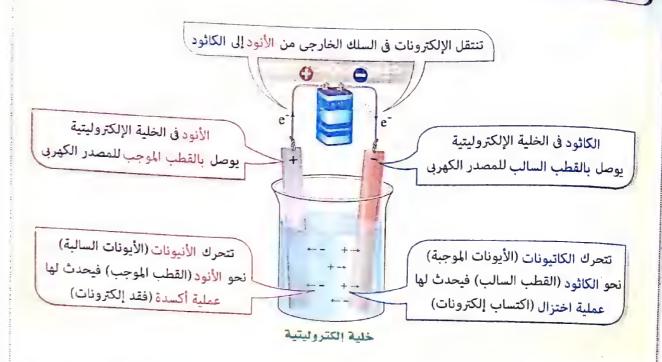
مادتين مختلفتين

مثل (الألومنيوم والفضة) ويشارك الأنود فقط في التفاعلات الحادثة فيه (كما يحدث في خلايا الطلاء الكهربي)

مادة واحدة

مثل (الجرافيت أو البلاتين) ولا يشاركان في التفاعلات الحادثة (كما يحدث في خلية استخلاص الألومنيوم من خاماته)

طريقة عملها



عند توصیل قطبی الخلیة بمصدر للتیار الکهربی المستمر جهده الکهربی أکبر قلیلًا من الجهد الانعکاسی للخلیة،
 یسری التیار الکهربی فی الخلیة الإلکترولیتیة، بحیث:

- تنتقل الإلكترونات في السلك الخارجي من الأنود إلى الكاثود.
 - تنتقل الأيونات في الإلكتروليت، كالتالي:

الأنيونيات

(جسيمات مادية غنية بالإلكترونات)
تتحرك في المحلول أو المصهور
نحو الأنود (القطب الموجب)
حيث تتعادل شحنتها
بفقد الإلكترونات (عملية أكسدة)

الكاتيونــــات

(جسيمات مادية فقيرة للإلكترونات)
تتحرك في المحلول أو المصهور
نحو الكاثود (القطب السالب)
حيث تتعادل شحنتها
باكتساب الإلكترونات (عملية اختزال)

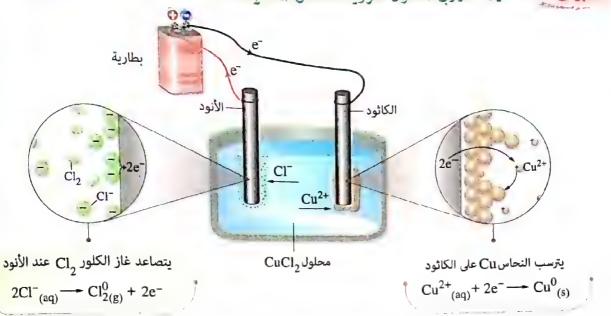
• وتُعرف الخلايا الإلكتروليتية باسـم الخلايا التحليلية، لأنه عند مرور التيار الكهربي فيها،

تتحلل مادة الإلكتروليت إلى مواد أبسط منها.

وتعرف عملية التحلل الكيميائي للإلكتروليت بفعل مرور التيار الكهربي فيه بالتحليل الكهربي



و تطبيق إلتحليل الكهربي لمحلول كلوريد النحاس (CuCl2 (II) باستخدام قطبين من الجرافيت.



خلية التحليل التهربي لمحلول كلوريد النحاس []])

• يتفكك الإلكتروليت «محلول كلوريد النحاس (II)» تبعًا للمعادلة التالية :

$$CuCl_{2(aq)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2Cl_{(aq)}^{-}$$

• تناكسد انيونات الكلوريد (Cl-) عند الأنود (القطب الموجب) متحولة إلى غاز الكلور (Cl₂) :

$$2Cl_{(aq)}^-$$
 Oxidation $Cl_{2(g)}^0 + 2e^-$

$$E^{\circ} = -1.36 \text{ V}$$

◄ تُختزل كاتيونات النحاس (Cu²⁺) عند الكاثود (القطب السالب) متحولة إلى ذرات نحاس (Cu) تترسب على الكاثود :

$$Cu^{2+}_{(ag)} + 2e^{-} \xrightarrow{\text{Reduction}} Cu^{0}_{(s)}$$

$$E^{\circ} = +0.34 \text{ V}$$

وبجمع المعادلتين 1 ، 2 نحصل على معادلة التفاعل الكلى :

$$emf_{cell} = E_{oxid}^{\circ} + E_{red}^{\circ}$$

= $(-1.36) + (+0.34) = -1.02 \text{ V}$

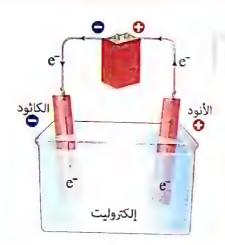
◄ والإشارة السالبة لجهد الخلية تعنى أن التفاعل الحادث لا يتم تلقائدًا.

الخلايا الحلفانية

قنطرة ملحية أو حاجز مسامى الكاثود الكتروليت Y إلكتروليت X

- * تتحول فيها الطاقة الكيميانية إلى طاقة كهربية.
- * الأنود هو القطب السالب، وتحدث عنده عملية الأكسدة.
- * الكاثود هـ و القطب الموجب، وتحدث له * الكاثود هو القطب السالب، وتحدث له أو عنده عملية الاختزال.
 - * قطبي الأنود والكاثود من مادتين مختلفتين.
 - * تحتوى الخلية على إلكتروليتين مختلفين.
 - * تتم فيها تفاعلات (أكسدة اختزال) بشكل تلقائي.
 - * جهد الخلية (emf) يكون بإشارة موجبة.
 - * مثال: خلية دانيال،

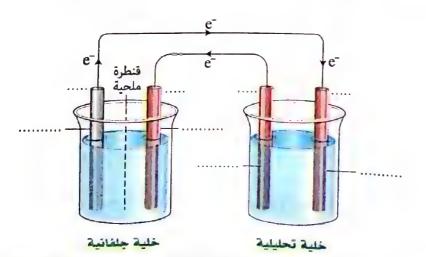
الخلايا التحليلية



- * تتحول فيها الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية.
- * الأنود هو القطب الموجب، وتحدث له أو عنده عملية الأكسدة.
- عملية الاختزال.
- * قطبى الأنود والكاثود قد يكونوا من نفس المادة أو من مادتين مختلفتين.
 - * تحتوى الخلية على إلكتروليت واحد.
 - * تتم فيها تفاعلات (أكسدة اختزال) ىشكل غير تلقائي.
 - * جهد الخلية (emf) يكون بإشارة سالبة.
 - * مثال : خلية التحليل الكهربي لمحلول رCuCl

أداء ذاتي

الشكل التخطيطي المقابل بوضح اتصال خلية تحليلية بظية جلفانية، أكمل الفراغات الموضحة على الشكل بما يناسبها من البيانات التالية: (+/-/ أنود / كاثود).



هانونا فاراداي للتحليل الكهريس

تقدر كمية الكهرباء بوحدة الكولوم (C) وهي تعتمد على :

- زمن مرور التيار الكهربي.
- شدة التيار الكهربي.
- لذا فإنه يمكن حساب كمية الكهرباء من العلاقة التالية :
- يقدر بوحدة الثانية (s) تقدر بوحدة الكولوم (C) \ تقدر بوحدة الأمبير (A)

كمنة الكهرباء الزمن شدة التبار X

> استنبط العالم فاراداى العلاقة بين كمية الكهرباء التي يتم إمرارها فى الإلكتروليت وكمية المادة التي يتم تحريرها عند القطبين.

وقد لخص هذه العلاقة في قانونين يحملان اسمه، هما :



القانون الثانى لفاراداي



القانون الأول لفاراداي

القانون الأول لفاراداي

ينص القانون الأول لفاراداي على أن كمية المادة المتكونة أو المستهلكة عند أي قطب سواء كانت صلبة أو غازية تتناسب تناسبًا طرديًا مع كمية الكهرباء المارة في الإلكتروليت.

تحقيق القانون الأول لفاراداي

• الخطوات

- ♦ كوُّن الخلية التحليلية الموضحة بالشكل المقابل.
- ₫ مرر في الإلكتروليت (محلول نترات الفضة) كميات مختلفة من الكهرياء.
- و على الكاثود و كمية الكهرباء المنافضة المترسبة على الكاثود و كمية الكهرباء المارة في محلول نترات الفضة.

• الملاحظة

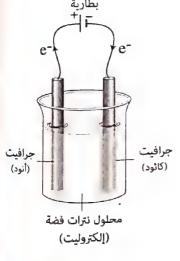
▶ تزداد كتلة الفضة المترسبة على الكاثود بزيادة كمية الكهرباء المارة في محلول نترات الفضة.

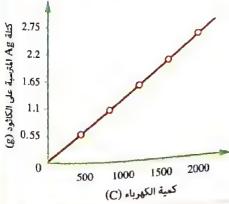
• الاستنتاج

 تتناسب كمية الفضة المترسبة على الكاثود تناسبًا طرديًا مع كمية الكهرباء المارة في محلول نترات الفضة، وهوما يحقق القانون الأول لفاراداي.



Faraday





القانون الثانى لفاراداي

پنص القانون الثاني لفاراداي على أن كميات المواد المختلفة المتكونة أو المستهلكة بمرور نفس كمية الكهرباء في عدة إلكتروليتات
 متصلة معًا على التوالى تتناسب مع كتلها الكافئة الجرامية.

يطلق على كتلة المادة الذائبة أو المتصاعدة أو المترسبة مصطلح الكتلة المتحررة

- ◄ ويطلق على كتلة المادة (العنصر) التي لها القدرة على فقد أو اكتساب مول واحد من الإلكترونات أثناء التفاعل الكيميائي
 مصطلح الكتلة المافئة الجرامية.
 - ويعبر عن القانون الثاني لفاراداي رياضيًا، كالتالى؛

الكتلة المتحررة من العنصر الأول = الكتلة المتحررة من العنصر الثانى = الكتلة المتحررة من العنصر الثالث الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر الثالث الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر الثالث

وتعين الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر من العلاقة التالية ،

(g/atom) الكتّلة المكافئة الجرامية للعنصر الكتّلة الذرية الجرامية للعنصر العنصر عدد تأكسد أيون العنصر

• تطبيق حساب الكتلة المكافئة الجرامية لعدة عناصر مختلفة. (CI = 35.5, Cu = 63.5, AI = 27)

حساب الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر بدلالة

العنصر القانية الحرامية الكافئة الجرامية للكلور $2Cl^-_{(aq)} \xrightarrow{\text{viii.}} Cl^0_{2(g)} + 2e^ = Cl^0_{2(g)} + 2$

(1 mol) $63.5 \, \mathrm{g}$ 2 mol $\mathrm{e}^ 2 \, \mathrm{g}$ 1 mol $\mathrm{e}^ 2 \, \mathrm{g}$ 31.75 $\mathrm{g} = \frac{63.5}{2} = (\mathrm{II})$ الكتلة الكافئة الجرامية للنحاس (31.75 $\mathrm{g} = \frac{63.5}{2}$

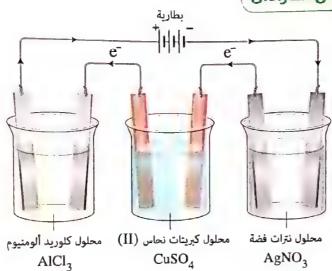
الاملنحانا كيمياء - شرح / ۳ ث (م: ۲۷) را ۲. ۹

النحاس

Al³⁺_(aq) + 3e⁻ بسبك Al⁰_(s)
(1 mol) 27 g 3 mol e⁻
? g 1 mol e⁻
9 g =
$$\frac{27}{3}$$
 = الكتلة المكافئة الجرامية للألومنيوم

الألومنيوم

تحقيق القانون الثاني لفاراداي



• الخطوات

- ◄ كون الخلايا التحليلية الموضحة بالشكل والمتصلة معًا على التوالى.
 - مرر نفس كمية الكهرباء في إلكتروليت كل من الخلايا الثلاثة.
- تارن بين كتل المواد (العناصر) المترسبة على كاثود كل خلية والكتلة المكافئة الجرامية لكل منها.

• الملاحظة

كتلة الفضة المترسبة على كتلة النحاس المترسبة على كتلة الألومنيوم المترسبة على كاثود خلية كاوريد الألومنيوم كاثود خلية كاوريد الألومنيوم كاثود خلية كاوريد الألومنيوم

◄ وذلك تبعًا للكتل المكافئة الجرامية لها :

$$A1 = \frac{27}{3} = 9 g$$
 $Cu = \frac{63.5}{2} = 31.75 g$ $Ag = \frac{107.88}{1} = 107.88 g$

9 (:) 31.75 (:) 107.88 • **ای بلسیبة** • 31.75

• الاستئتاج

◄ تتناسب كتال المواد (العناصر) المترسبة عند مرور نفس كمية الكهرباء في إلكتروليتات الخلايا المتصلة معًا على التوالى مع الكتلة المكافئة الجرامية لكل عنصر منها، وهو ما يحقق القانون الثاني لفاراداي.

┦╢╟╾ Cu²⁺ (aq) Ag⁺_(aq) الخلية الثالثة الخلية الثانية الخلبة الأولى

م تطبيق إعلى القانون الثاني لفاراداي.

عند إمرار 3 mol من الإلكترونات في الخلايا التحليلية الثلاث المتصلة معًا على التوالى والموضحة بالشكل المقابل والمرابي فإن كمية المادة (العنصر) المترسبة عند كاثود كل خلية، تكون كما يلى :

في الخلية الثالثة

في الخلية الثانية

في الخلية الأولى

$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \xrightarrow{Red} Al^{0}_{(s)}$	$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \xrightarrow{\text{Red}} Cu^{0}_{(s)}$	$Ag^{+}_{(aq)} + e^{-} \xrightarrow{Red} Ag^{0}_{(s)}$
3 mol e [−] <u>ئرسب</u> 1 mol Al	2 mol e ⁻ <u>يُرسب</u> 1 mol Cu	1 mol e ^{- يُرسب} 1 mol Ag
	3 mol e [−] — ? mol Cu	3 mol e [−] → ? mol Ag
كمية الألومنيوم المترسبة	$\frac{3 \times 1}{2} = \frac{3 \times 1}{2}$ كمية النحاس المترسبة	$\frac{1 \times 1}{1} = \frac{1 \times 3}{1}$ كمية الفضة المترسبة
1 mol =	1.5 mol =	3 mol =

مثال 🛈

أمرت كمية من الكهرباء في محلولين متصلين معًا على التوالي، يحتوى المحلول الأول على أيونات الذهب (III) والثاني على أيونات النحاس (II) +Cu²⁺ فترسب على كاثود الخلية الأولى 9.38 g من الذهب، احسب كتلة النحاس المترسبة على كاثود الخلية الثانية.

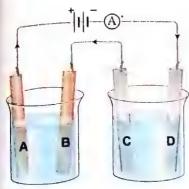
[Au = 197, Cu = 63.5]

$$65.67 \text{ g} = \frac{197}{3}$$
 الكتلة المكافئة الجرامية للذهب

$$31.75 \text{ g} = \frac{63.5}{2}$$
 الكتلة المكافئة الجرامية للنحاس

$$4.535 \text{ g} = \frac{31.75 \times 9.38}{65.67} =$$

مثال 🕜



فى الدائرة الكهربية الموضحة بالشكل المقابل، ترسب 12.7 g من النحاس Cu على القطب B وترسب 14 g من السيريوم Ce على القطب D بعد مرور فترة زمنية معينة،

احسب عدد تأكسد أيون السيريوم، علمًا بأن عدد تأكسد أيون النحاس هو 2+ [Cu = 63.5, Ce = 140]

الحـــل

 $31.75 \text{ g} = \frac{63.5}{2} = \frac{\text{Miscluster}}{\text{Cu}^2 + \text{Miscluster}} = \frac{\text{Miscluster}}{\text{Substant}} = \frac{1122 \text{ miscluster}}{\text{Substant}}$

كتلة النحاس المترسبة كتلة السيريوم المترسبة الكتلة المكافئة الجرامية للنحاس الكتلة المكافئة الجرامية للسيريوم

.. الكتلة المكافئة الجرامية للسيريوم = كتلة السيريوم المترسبة × الكتلة المكافئة الجرامية للنحاس كتلة النحاس المترسبة

 $35 \text{ g} = \frac{31.75 \times 14}{12.7} =$

 $+4 = \frac{140}{35} = \frac{140}{35}$ = الكتلة الذرية الجرامية للسيريوم الكتلة المكافئة الجرامية للسيريوم الكتلة المكافئة الجرامية للسيريوم

الفاراداي

يستنتج من :

- القانون الأول لفاراداي أن كمية الكهرباء (C) ∝ كتلة المادة (العنصر) المتحررة (g).
- القانون الثاني لفاراداي أن الكتلة المكافئة الجرامية (g) كتلة المادة (العنصر) المتحررة (g).
 - .: كمية الكهرباء (C) × الكتلة المكافئة الجرامية (g) \propto كتلة العنصر المتحررة (g).

كمية الكهرباء (C) × الكتلة المكافئة الجرامية (g) = مقدار ثابت × كتلة العنصر المتحررة (g)

◄ ولا تتوقف قيمة هذا المقدار الثابت على نوع العنصر المتحرر ولا على كمية الكهرباء المارة في المحلول.

(g) علة العنصر المتحررة (g) = كمية الكهرباء (C) × الكتلة المكافئة الجرامية (c) .: المقدار الثابت

كتلة العنصر المتحررة (g) = كمية الكهرباء (C)

ومنها : الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر (g) المقدار الثابت

- ♦ فإذا كانت كتلة العنصر المتحررة = الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر (g)
 - فإن قيمة المقدار الثابت = كمية الكهرباء المستخدمة (C)
- وقد أطلق على هذا المقدار الثابت الذي يحرر كتلة مكافئة جرامية من أي عنصر اسم الفاراداي (F) تكريمًا للعالم فاراداي.
 - ◄ الفاراداي هو كمية الكهرباء اللازمة لتحرير (ذوبان أو تصاعد أو ترسيب) الكتلة المكافئة الجرامية لأى عنصر.

717

ميال 🛈

احسب كمية الكهرباء مقدرة بوحدة الفاراداي اللازمة لترسيب $21.6 \, g$ من الفضة من محلول نترات الفضة $Ag^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Ag^0_{(s)}$

الحسل

 $\frac{102 ext{The Median}}{Ag^+}$ الكتلة المكافئة الجرامية للفضة $\frac{108}{1}$ = $\frac{108}{1}$ = $\frac{108}{1}$

· · يلزم لترسيب كتلة مكافئة جرامية من أي عنصر كمية كهرباء مقدارها 1 F

مثال 🕜

عند إمرار كمية من الكهرباء مقدارها 0.5 F في محلول إلكتروليتي ترسب 4.5 g من الفلز M الحسب الكتلة المكافئة الجرامية لهذا العنصر.

الحـــل

1F \longrightarrow M بلزم لترسيبها \odot M الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر \odot M من العنصر \odot 4.5 g \odot 4.5 g \odot .: الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر \odot M الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر \odot

مثيال 🕜

عند إجراء عملية تحليل كهربى لمحلول كلوريد النحاس (II) و $CuCl_2$ (II) عند إجراء عملية تحليل كهربى لمحلول كلوريد النحاس (Cu=63.5, Cl=35.5]

$$2Cl_{(aq)}^{-} \longrightarrow Cl_{2(g)}^{0} + 2e^{-}$$

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Cu^{0}_{(s)}$$

$$35.5 \text{ g} = \frac{35.5}{1} = الكتلة المكافئة الجرامية للكلود$$

$$31.75 \, \mathrm{g} = \frac{63.5}{2} = 1.75 \, \mathrm{g}$$
 الكتلة المكافئة الجرامية للنحاس

حــل اخــر

$$2\text{Cl}^-_{(aq)}$$
 \longrightarrow $\text{Cl}^0_{2(g)}$ $+$ $2\text{e}^ 2\text{ F}$ 1 mol 2 F $(2 \times 35.5) \text{ g}$ \longrightarrow 2 F 3.2 g $?\text{ F}$ $0.09 \text{ F} = \frac{2 \times 3.2}{2 \times 35.5} = (\text{C})$ 2 F $2\text{ Cu}^{2+}_{(aq)}$ 2 F $2\text{ Cu}^0_{(s)}$ 2 F $2\text{ Implies } 1\text{ mol}$ 2 F $2\text{ Implies } 1\text{ mol}$ 2 F 2 F $2\text{ Implies } 1\text{ mol}$ 2 F 2 F $2\text{ Implies } 1\text{ F}$ 2 F

العلاقة بين الفاراداي و الكولوم (القانون العام للتحليل الكهريس)

• وُجد بالتجربة العملية إله عند إمرار كمية من الكهرباء مقدارها كولوم واحد (1 C) في محلول يحتوى على أيونات الفضة (مثل محلول (AgNO)، فإنه يترسب عند الكاثود Ag 1.118 mg من الفضة (مثل محلول (0.001118 g) من الفضة Ag الكولوم هو كمية الكهرباء اللازمة لترسيب 1.118 mg من الفضة.

كمية الكهرباء بالكولوم اللازمة لترسيب كتلة مكافئة جرامية من الفضة = $\frac{107.88}{0.001118}$ $\simeq 96500$ C $\simeq \frac{0.001118}{0.001118}$ $\simeq 2000$ $\simeq 2000$

∴ 1 F =
$$96500 \, \text{C}$$

وينص القانون العام للتحليل الكهربي على أنه عند مرور كمية من الكهرباء مقدارها F (<mark>96500 C) في ا</mark>لكتروليت، فإن ذلك يؤدي إلى تحرير (ذوبان أو تصاعد أو ترسيب) كتلة مكافئة جرامية من المادة (العنصر) عند أحد الأقطاب.

وبالرجوع إلى قالون حساب الكتلة المكافئة الجرامية يمكن حساب كمية الكهرباء النازمة

لتحرير كتلة ذرية جرامية (mol = g atom) من المناصر المختلفة، كالتالي :

الكتلة الذرية الجرامية للعنصر (g/atom) الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر = --عدد تأكسد أيون العنصر

ومنصا :

الكتلة الذرية الجرامية للعنصر = الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر 🗴 عدد تاكسد أيون العنصر

يساوى أيضًا عدد مولات (96500 C) = (1 F) الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة

يلزم لتحريرها

(g/atom)

.: كمية الكمرباء اللازمة لتحرير (g/atom) من العلصر = 1 F (96500 C) عدد تاكسد أيون العنصر

• تطبيق 🕕 حساب كميات الكهرباء اللازمة لتحرير كتلة ذرية جرامية (g/atom) من بعض العناصر.



كمية الكهرباء اللازمة لترسيب (g/atom) من الفضة $96500 C = 1 F = 1 \times 1 F =$

$$Ag^{\dagger}_{(aq)} + e^{-} \longrightarrow Ag^{0}_{(s)}$$

كمية الكهرباء اللازمة لترسيب (g/atom) من النحاس $2 \times 96500 C = 2 F = 2 \times 1 F =$

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Cu^{0}_{(s)}$$

كمية الكهرباء اللازمة لترسيب (g/atom) من الألومنيوم $3 \times 96500 C = 3 F = 3 \times 1 F =$

$$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \rightarrow Al^{0}_{(s)}$$

• تطبيق 🕡 حساب كميات الكيرباء اللازمة لتحرير مول من بعض الغازات.



كمية الكهرباء اللازمة لتصاعد (mol) من غاز الهيدروچين $2 \times 96500 C = 2 F = 2 \times 1 F =$

$$2H^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow H_{2(g)}$$

كمية الكهرباء اللازمة لتصاعد (mol) من غاز الأكسجين $4 \times 96500 C = 4 F = 4 \times 1 F =$

$$20^2 \cdot (l) \longrightarrow O_{2(g)} + 4e^{-l}$$

بمكن استنتاج معادلة حساب كتلة المادة المتحررة عند أحد القطبين من القانون :

حمية الكهرباء x الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر (g) عتلة المادة المتحررة (g) مقدار ثابت

وذلك باستبدال المقدار الثابت ب

96500°C

إذا كانت كمية الكهرباء المارة مقدرة بوحدة الكولوم

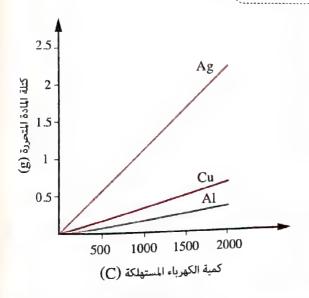
إذا كانت كمية الكهرباء المارة مقدرة بوحدة الفاراداي

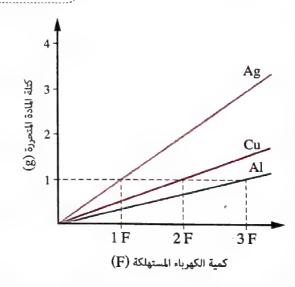
1 F

كتلة المادة المتحررة (g) = كمية الكمرباء (C) × الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر (g) كمية الكمرباء (C) + 06500 C

عتلة المادة المتحررة (g) = كمية العمرباء (F) × الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر (g) 1 F

يعبر عنها بالشكل البيانى





44444444444444

ملخص القوانين المستخدمة في على مسائل التعليل الكهربي



العلاقة بين كتلة المادة المتحررة و كمية الكهرباء اللازمة لتحريرها :

كمية الكهرباء الللزمة لتحريرها

1 F = 96500 C

ا الكترونات المفقودة أو المكتسبة $\times 1$ F \times

كتلة المادة المراد تحريرها

كتلة مكافئة جرامية 1 mol *x* mol

احسب كتلة كل من الذهب و الكلور الناتجين من إمرار كمية من الكهرباء مقدارها 10000 في محلول مائي

$$2Cl_{(aq)}^{-} \longrightarrow Cl_{2(g)}^{0} + 2e^{-}$$

'
$$Au^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \longrightarrow Au^{0}_{(s)}$$

[Au = 196.98, Cl = 35.5]

الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر = الكتلة الذرية الجرامية للعنصر

$$\frac{35.5}{1} = 12$$
 الكتلة المكافئة الجرامية للذهب $\frac{196.98}{3} = \frac{196.98}{3}$ الكتلة المكافئة الجرامية للذهب $\frac{35.5}{3} = \frac{196.98}{3}$

$$\frac{196.98}{3} =$$
الْكِتَلَةُ الْكِافِئَةُ الْجِرامِيةُ لَلْذَهِبِ $\frac{196.98}{3} =$ 65.66 g =

$$\frac{10000 \times 35.5}{96500} = \frac{10000 \times 35.5}{96500}$$
 كتلة الكلور الناتجة

$$\frac{10000 \times 65.66}{96500} = \frac{10000 \times 65.66}{96500}$$
 كتلة الذهب الناتجة

حـــل أخـر

$$2Cl_{(aq)}^{-}$$
 $Cl_{2(g)}^{0}$ + $2e^{-}$ 1 mol 2 F (2 × 35.5) g $\frac{e^{\frac{\pi i \pi}{2}}}{2 \times 96500}$ C $\frac{2 \times 35.5 \times 10000}{2 \times 96500}$ = $\frac{2 \times 35.5 \times 10000}{2 \times 96500}$ = $\frac{3.68}{2}$ g =

$$Au^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \longrightarrow Au^{0}_{(s)}$$
 $3 \text{ F} \qquad 1 \text{ mol}$
 $3 \times 96500 \text{ C} \xrightarrow{\text{ciris}} 196.98 \text{ g}$
 $10000 \text{ C} \longrightarrow ? \text{ g}$
 $\frac{196.98 \times 10000}{3 \times 96500} = \frac{196.98 \times 10000}{3 \times 96500}$

مثيال 🛈

$$[Fe = 55.86]$$

$$18.62 \text{ g} = \frac{55.86}{3} = \frac{112116 \text{ الكتلة الذرية الجرامية للحديد}}{3} = \frac{112116 \text{ (III)}}{3}$$

$$\frac{(C)}{2}$$
 الكتلة المكافئة الجرامية للحديد $\frac{(g)}{96500}$ كتلة الحديد المتحررة $\frac{(g)}{96500}$

$$29022.56 \text{ C} = \frac{96500 \times 5.6}{18.62} = \text{(C)}$$
 : كمية الكهرباء ::

حـل اخــر

$$Fe^{3+}_{(aq)}$$
 + $3e^{-}$ $Fe^{0}_{(s)}$
 $3 F$ $1 mol$
 $3 \times 96500 C$ $\xrightarrow{\text{rec.}}$ $55.86 g$
? C \longrightarrow $5.6 g$
 $29022.56 C = \frac{3 \times 96500 \times 5.6}{55.86} = (C)$ خمية الكهرباء \therefore

مِثِيال 🕜

المسبب الزمن (s) اللازم لترسبيب g 2.16 من الفضة عند إمرار تيار كهربى شدته g في محلول مائي من نترات الفضة،

علمًا بأن تفاعل الكاثود: • Ag⁰(s) علمًا بأن تفاعل الكاثود

لحـــــل

$$108 \text{ g} = \frac{108}{1} = \frac{108}{\text{Ag}^+}$$
 الكتلة المكانئة الجرامية للفضة (g) $= \frac{108}{200} = \frac{108}{100}$

$$(C)$$
 الكتلة المكافئة الجرامية (g) × كمية الكهرباء (C) كتلة الفضة المترسبة (g) = $\frac{(C)}{(C)}$

$$1930 \text{ C} = \frac{96500 \times 2.16}{108} = (\text{C})$$
 كمية الكهرباء \therefore

$$60.3 \text{ s} = \frac{1930}{32} = \frac{(\text{C})}{(\text{A})}$$
ن الزمن (s) مشدة التيار (A): شدة التيار نشدة التيار (b):

مثيال 🕃

أُمَّر تيار شدته 7 A في محلول مائى من النترات لفترة زمنية قدرها 4 min ، فازدادت كتلة الكاثود بمقدار 1.88 g أمَّر تيار شدته 7 A في محلول مائى من النترات لفترة زمنية قدرها المائى . المحلول المائى .

1 17 17

الحـــل

$$108 \text{ g} \simeq \frac{96500 \times 1.88}{1680} = 100$$
 :. الكتلة المكافئة الجرامية :.

مثيال 🗿

احسب عدد مولات الألومنيوم الناتجة من التحليل الكهربى لمصهور أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 عند مرور تيار كهربى فيه شدته Al_2O_3 لدة min تيار كهربى فيه شدته Al_2O_3 عند مرور تيار كهربى فيه شدته Al_2O_3

 $Al^{3+} + 3e^{-} \longrightarrow Al^{0}$: علمًا بأن تفاعل الكاثود

الحسسل

$$2895 \text{ C} = 60 \times 5 \times 9.65 =$$

$$9 \text{ g} = \frac{27}{3} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للألومنيوم}}{\text{Al}^{3+}$$
 عدد تأكسد أيون الألومنيوم $=$ (g) عدد تأكسد أيون الألومنيوم

$$\frac{(C)}{2}$$
 الكتلة المكافئة الجرامية (g) كتلة الألومنيوم الناتجة (g) = $\frac{(G)}{2}$

$$0.27 \text{ g} = \frac{2895 \times 9}{96500} =$$

$$0.01 \text{ mol} = \frac{0.27}{27} = \frac{27}{1000 \text{ mol}} = \frac{0.27}{1000 \text{ mol}} =$$

حـــل اخــر

$$Al^{3+}$$
 + $3e^{-}$ Al^{0}
 $3 \times 96500 C$ 1 mol
 $2895 C$? mol

$$0.01 \text{ mol} = \frac{2895}{3 \times 96500} = \frac{2895}{3 \times 96500}$$
:. acc actr l'Ulepaige de l'initial de

وطييقات يلمي التجليل اللهريس

من التطبيقات على عملية التحليل الكهربي :



عملية الطلاء الكهربى

عملية يبغية البداس

عملية استخلاص الألومنيوم

عملية الطلاء الكهريس

- » ... عظمه بكوين طبقة رفيقية مير فاير دعرين على سطاح فله احد أحداً مه على الدائل والأكسيانة عظيه الحصية والاضعاء
 - اهمية الطلاء الكهربي

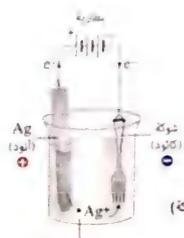


وأسع القيمة الاقتصادية ليعتض الفلزات والمعادن الرخيصة معد طلائها بالكروم أو الفضة أو الذهب.

- ه طلاء بيعض أجزاء السيارات المصيوعة مين العبلي بطبقة من الكروم.
- و طلاء بعض الادوات الصحبة مثل الصناسر والخلاطات بالكروم أو الذهب،
- خطوات الطلاء الكهربي لشوكة بطبقة من الفصة
 - بنظف سطح الشوكة جيدًا،
- وصل لوح من الفضة النقية بالقطب الموجب للنظارية ليعمل كالنود ، بيتما توصل الشوكة بالقطب السالب للبطارية، لتعمل ككثور.
 - 🚺 يُغمر كلًا من الأنود والكاثود في محلول ماني من نترات الفضة (الإلكتروليت). وعند مرور التيار الكهربي تحدث
 - عملية أكسدة لذرات فضة الأنود وتذوب في المحلول $Ag^0_{(s)} \longrightarrow Ag^+_{(aq)} + e^-$
- عملية اختزال لأيونات الفضة الموجودة في المحلول عند الكاثود (سطح الشوكة)
 - فتترسب ذرات الفضة على سطحها $Ag^{+}_{(aq)} + e^{-} \longrightarrow Ag^{0}_{(s)}$







محلول تترات فضة (إلكتروليت)

أُمر تيار كهربي مستمر شدته A 18 لمدة 1 h في محلول كبريتات النيكل NiSO₄ (II) لطلاء وجهي رقيقة من معدن رخيص مربعة الشكل طول ضلعها 4 cm احسب سُمك طبقة الطلاء، علمًا بأن كثافة النيكل 8.9 g/cm³ [Ni = 58.7]

$$29.35 \text{ g} = \frac{58.7}{2} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للنيكل}}{\text{Ni}^{2+}} = \frac{(g)}{2}$$
 عدد تأكسد أبون النيكل

$$\frac{(C)}{2}$$
 كتلة النيكل المترسبة (كتلة الطلاء) $(g) = \frac{| \text{الكتلة المكافئة الجرامية للنيكل (g)} \times 2000 \times (G)}{96500 \times (G)}$

$$19.71 \text{ g} = \frac{64800 \times 29.35}{96500} =$$

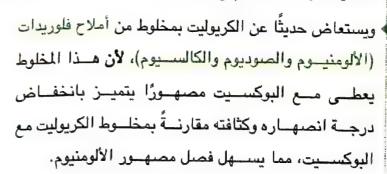
 $2 \times ($ مساحة سطح طلاء النيكل (cm^2) = مساحة الوجه الواحد 2×2 = (طول الضلع \times نفسه $32 \text{ cm}^2 = 2 \times (4 \times 4) =$

$$2.21 \text{ cm}^3 = \frac{19.71}{8.9} = \frac{(g)}{(g/\text{cm}^3)}$$
 حجم طبقة الطلاء = الكثافة

$$0.07 \text{ cm} = \frac{2.21}{32} = \frac{(\text{cm}^3)}{(\text{cm}^2)}$$
 الشمك طبقة الطلاء = مساحة سطح الطلاء الطلاء

مملية استخلاص الألومنيوم من فام البوكسيت

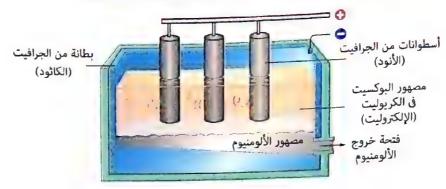
• ستخلص الألومنيوم من خام البوكسيت (Al₂O₃) المذاب في مصهور الكريوليت (Na3AlF6) والذي يضاف إليه قليلاً من الفلورسبار (CaF₂)، لخفض درجة انصهار المخلوط من 2045°C إلى 950°C





الكريوليت

، خطوات استخلاص الألومنيوم من خام البوكسيت بالتحليل الكهربي



خلية التحليل الكهربي للبوكسيت

تُوصل أسطوانات من الجرافيت (الكربون) بالقطب الموجب لمصدر كهربي، لتعمل كأنود.

◊ يُوصِل الجرافيت المبطن لجسم إناء الخلية - المصنوع من الحديد - بالقطب السالب للمصدر الكهربي، لىعمل ككاثود.

🕻 يتفكك مصهور البوكسيت، تبعًا للمعادلة :

وعند مرور التيار الكهربي تحدث:

$$30^{2-}$$
 عملية أكسدة لأيونات الأكسچين عند الأنود. 1 0 عند الأنود. 0 عملية أكسدة لأيونات الأكسچين عند الأنود.

$$30^{2-}$$
 $\frac{3}{100}$ $+6e^{-}$

 $Al_2O_{3(I)} \longrightarrow 2Al^{3+}_{(I)} + 3O^{2-}_{(I)}$

وبجمع المعادلتين 🕦 ، ② نحصل على معادلة التفاعل الكلي :

Oxidation
$$2Al^{3+}_{(l)} + 3O^{2-}_{(l)} \longrightarrow 2Al^{0}_{(l)} + \frac{3}{2}O_{2(g)}$$
Reduction

♦ ويُسحب الألومنيوم من الخلية من خلال فتحة خاصة بذلك.

فسسر: يلزم تغيير أسطوانات الجرافيت في خلية التحليل الكهربي للبوكسيت من وقت لآخر.

لتأكلها، نتيجة تفاعلها مع غاز الأكسچين المتصاعد من عملية الأكسدة

مكونة غازى أول وثاني أكسيد الكربون.

$$2C_{(s)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)} + CO_{2(g)}$$



يتأكل الجرافيت بعد فترة من تشفيل الخلية لتحوله إلى غازى CO, ، CO

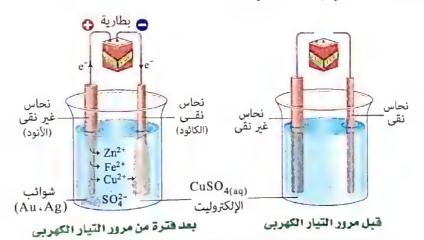
🏋 تنقية النحاس بعد استخلاصه من خاماته

- ◄ المعادن التي يتم استخلاصها من خاماتها تكون درجة نقاوتها أقل من درجة النقاوة المطلوبة لاستخدامات معينة وهو ما يقلل من كفاءتها.
- ◄ فالنحاس الذي نقاوته 99% يحتوى على شوائب الخارصين والحديد والفضة والذهب، وهذه الشوائر
 تقلل من جودته ومن قدرته على توصيل الكهرباء.

لذا تجرى عملية تنقية للنحاس الذي يراد استخدامه في صناعة الأسلاك الكهربية ويتم ذلك بالتحليل الكهربي.

• خطوات تنقية فلز النحاس من الشوائب

- أوصل فلز النحاس غير النقى بالقطب الموجب لمصدر كهربى، ليعمل كأنود.
- كيوصل سلك (رقائق) من النحاس النقى بالقطب السالب للمصدر الكهربي، ليعمل ككاثود.
- $CuSO_4$ (II) يغمر كلًا من الأنود والكاثود في إلكتروليت من محلول مائي من كبريتات النحاس $CuSO_4$ والذي يتفكك تبعًا للمعادلة : $CuSO_{4(aq)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + SO_{4-(aq)}^{2-}$



الخلية التحليلية المستخدمة في تنقية فلز النحاس من الشوائب

وعند مرور التيار الكهربى تحدث :

- $Cu^0_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
- Cu²⁺
 (aq) + 2e⁻ → Cu⁰(s) عملية اخبرال لأيونات النحاس عند الكاثود لتترسب ذرات النحاس النقية عليه

أما الشوائب الموجودة في مادة الأنود، فإن :

- $Z_{n_{(s)}}^{0}$ $Z_{n_{(aq)}}^{2+} + 2e^{-}$. المحلول $Z_{n_{(s)}}^{0}$ $Z_{n_{(aq)}}^{2+} + 2e^{-}$. $Z_{n_{(aq)}}^{2+} + 2e^{-}$. $Z_{n_{(aq)}}^{2+} + 2e^{-}$.
 - بعضها الآخر (مثل الفضة والذهب) لا يتأكسد ولكنه يترسب في المحلول أسفل الأنود.
 - وبمرور وقت تشغيل الخلية : تقل كتلة الأنود. • يقل تركيز أيونات +Cu²⁺ في الإلكتروليت.

- (١) لا تترسب ذرات الخارصين والحديد على كاثود خلية تنقية فلز النحاس. لصعوبة اختزال أيونات الخارصين $2n^{2+}$ والحديد (II) + الصغر جهود اختزالها Cu_{\perp}^{2+} (II) مقارنةً بجهد اختزال أيونات النحاس
 - (٧) أهمية عملية تنقية النحاس بعد استخلاصه من خاماته.

لأنه يتم الحصول منها على نحاس بدرجة نقاوة عالية تصل إلى 99.95% يستخدم في صناعة الأسلاك الكهربية، بالإضافة إلى إمكانية فصل بعض المعادن النفيسة (مثل: الفضة والذهب) والتي توجد مع النحاس غير النقى كشوائب.

5

الكيمياء العضوية

الدرص الأول

الدرس الثالي

الدرس النالث

الحرس الرابيغ

الدرس الكامس

اندرص السادس

الحرس السابع

الحرس الثامن

الحرس التاسع

الحرس العاشر

الحرس الحادي مشر

الدرس الثانى عشر الإن

من بدايـــة البـــاب.

الى ما قبل الألكـــانـات.

الألكانـــات.

الميثـــان.

الألكينات (الأوليفينات).

الألكاينات (الأسيتيلينات).

الهيدروكربونات الحلقية.

البنـزيــــن العطـــري.

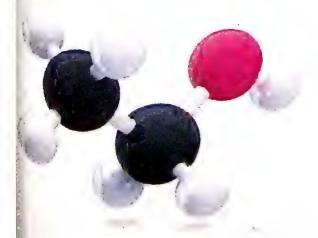
مشتقات الهيدروكربونات.

الإ<mark>يثا</mark>نـــول.

ال<mark>فينــــولات</mark>.

الأحمــاض الكربوكسيلية.

الإستــرات.



من حالت ابر الله العام الأ

و نبذة تاريخية عن الكيمياء العضوية

استخدم الإنسان منذ القدم الكثير

من المواد المستخلصة من النباتات

والحيوانات، مثل:

• الدهون والزيوت.

و الخل.

و السكر،

و العطور.

و الكحول،

استخدم قدماء المصريين العقاقير في عمليات التحنيط وكذلك الأصباغ

الألوان الثابتة في تلوين جدران المعابد

والتي مازالت ناصعة حتى الآن.



جدارية بمقبرة حور محب بوادى الملوك محتفظة بألوانها

في عام 1806 قسم العالم برزيليوس المركبات إلى نوعين، هما :

- مركبات غير عضوية يمكن الحصول عليها من مصادر معدنية بالقشرة الأرضية.
 - مركبات عضوية تستخلص من أصل نباتي أو حيواني.

Berzelius

نظرية القوى الحيوية

وضع العالم برزيليوس نظرية فى تفسير كيفية تكون المركبات العضوية أطلق عليها نظرية القوى الحبوية وهى تنص على أن المركبات العضوية تتكون داخل خلايا الكائنات الحية بواسطة قوى حيوية، ولا يمكن تحضيرها فى الختبرات (العامل).

فشل نظرية القوى الحيوية

♦ في عام 1828 وجه العالم الألماني فوهار ظربة قاضية لنظرية القوى الحيوية، حيث تمكن من تحضير اليوريا (البولينا) في المعمل وهي من المركبات العضوية التي تتكون في بول الثدييات وذلك بتسخين محلول مائر لمركبين غير عضويين هما كلوريد الأمونيوم وسيانات الفضة.

أداء ذاتي

وضع بالمعادلات الكيميائية كيفية الحصول على مركب عضوى من محلول مانى لمركبين غير عضويين.

▶ وكانت هذه هي البداية التي انطلق منها العلماء ليملنوا الدنيا بمركباتهم العضوية في شتى مجالات الحياة، هن؛
 ■ عقاقير.
 ■ منظفات،
 ■ أصباغ،
 ■ بلاستيك،
 ■ أسمدة،
 ■ مبيدات حشرية.
 وغيرها

المفهوم الحديث للمركبات العضوية

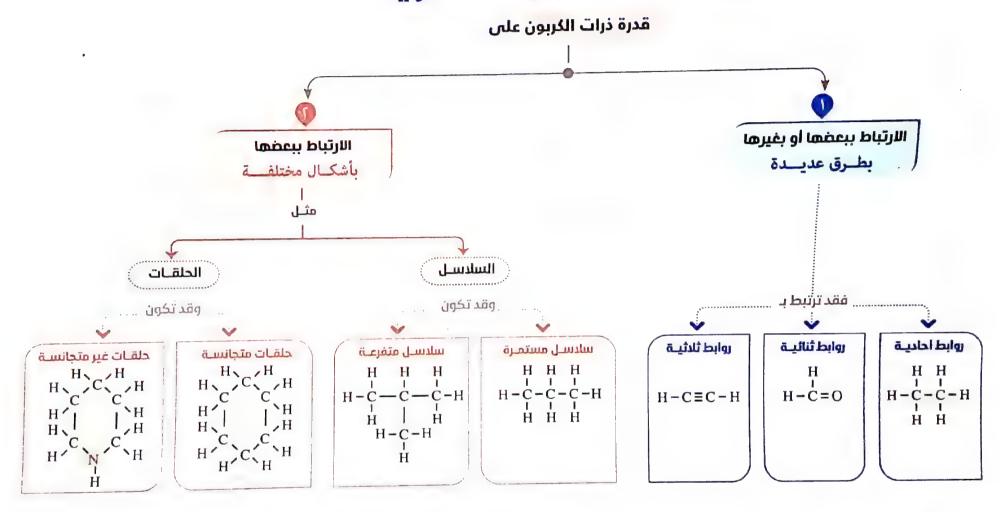
- أصبحات المادة العضوية تُعرف على أساس بنيتها التركيبية وليس على أساس مصدرها، وذلك لأن معظم المركبات العضوية التى تحضر فى المختبرات لا تتكون بالضرورة داخل أجسام الكائنات الحية.
 - ▶ يعرف العلم الذي يهتم بدراسة مركبات الكربون باستثناء أكاسيد الكربون وأملاح الكربونات والسيانيد
 بعلم الكيمياء العضوية.
 - ◄ عدد المركبات العضوية يتخطى العشرة ملايين ويزداد يومًا بعد يوم،

أما المركبات غير العضوية فعددها لا يتخطى النصف مليون.

اى أن النسبة بين عدد المركبات العضوية إلى عدد المركبات غير العضوية ٢٠ : ١ تقريبًا.

XYX

أنساب وفرة المركبات العصوية



وبشكل عام ترجع وفرة عدد المركبات العضوية إلى قدرة ذرات الكربون على الارتباط ببعضها أو بغيرها بروابط أحادية أو ثنائية أو ثلاثية أو الارتباط ببعضها بأشكال مختلفة كسلاسل مستمرة أو متفرعة أو كحلقات متجانسة أو غير متجانسة.

* تختلف المركبات العضوية عن المركبات غير العضوية في كثير من الخواص، والتي يوضحها التدريب النالي , تدريب عملي (المقارنة بين خواص المركبات العضوية و المركبات غير العضوية • احضر بعض : المواد العضويــــة مثل الصلية : النفثالين شمع البرافيان ♦ المواد غير العضوية مثل الصلية : كبريتات النحاس (١١) الزرقاء المواد العضويـــة



مثل

السائلة :





مثل

 المواد غير العضوية السائلة :

• قارن بين هذه المواد من حيث :

- 🗅 الذوبان.
- 🗅 قابلية الاشتعال.
- 🗖 التوصيل الكهربي.

- 🗖 درجتى الانصهار والغليان.
 - □ الرائحة.

الاستنتاج

بستنتج من هذه التجارب وغيرها الفرق بين المركبات العضوية و المركبات غير العضوية،
 كما يوضحها الجدول التالى:

المركبات غير العضوية	المركبات العضوية	أوجه المقارنة
تذوب في الماء غالبًا	لا تذوب في الماء غالبًا، وتذوب في المذيبات العضوية مثل البنزين	الذوبـــــان
مرتفعة	منخفضة	درجتی الالصهار و الغلیان
معظمها غیر قابل للاشتعال وما یشتعل منها ینتج غازات أخری	: تشتعل وينتج دائمًا H ₂ O ، CO ₂	الحتشالا قيلبلة ﴿
عديمة الرائحة غالبًا	لها روائح مميزة غالبًا	الـرائدـــة
بعضها مواد إلكتروليتية توصل التيار الكهربى، لقدرتها على التأين	مواد لاإلكتروليتية غالبًا لا توصل التيار الكهربي، لعدم قدرتها على التأين	التوصيل الكهربي
تحتوى على عناصر متعددة وقد يكون منها عنصر الكربون	تحتوى على عنصر الكربون بشكل أساسى	التركيب الكيمياني
قد تكون روابط أيونية أو تساهمية	روابط تساهمية	أنواع الروابط في الجزيء
سريعة، لأنها تتم بين أيونات غالبًا	بطيئة، لأنها تتم بين جزيئات	سرعة التفاعلات
لا توجد غالبًا	تتمیز معظمها بقدرتها علی تکوین بولیمرات	البلمرة أو التجمع انظر صفحة (۲۸۲)
لا توجد غالبًا	توجد بين كثير من المركبات	المشابهة الجزيئية (الايزوميرزم)

وللتعرف على مفهوم المشابهة الجزينية (الأيزوميرزم) ... بلزم التعرف أولًا على مفهومي الصيغة الجزيئية و الصيغة البنائية المركبات العضوية.

الصيغة الجزيئية و الصيغة البنائية

الصيغة البنائية هي صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر في

المركب وطريقة ارتباط الذرات مع بعضها بالروابط التساهمية

الصيغة الجزيئية هي صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر في المركب

 C_3H_8

تراكبم معلرفي

الصيغة الأولية للمركب تُعبر عن أبسط نسبة عددية بين ذرات عناصر جزىء المركب.

مثال

الصيغة الأولية للجلوكوز CH₂O

بالقسمة على 6

الصيغة الجزيئية للجلوكوز $C_6H_{12}O_6$

• ولكــل عنصر يدخل في تركيب المركبات العضوية تكافؤ محدد وثابت يتضــح من عدد الروابط التســاهمية المحيطة بكل ذرة من ذراته، كما يتضح من الأمثلة الموضحة بالجدول التالي :

الكربون الميدروچين ال		الارتباط التساهمي	التكافؤ	العنصر
H H H - C - C - H H H H - C - C - H H H H - C = C - C - H H - C = C - C - H H - C = C - C - H H - C = C - C - C - H H - C = C - C - C - H H - C = C - C - C - H H - C = C - C - C - H H - C = C - C - C - C - H H - C = C - C - C - C - H H - C = C - C - C - C - C - H H - C = C - C - C - C - C - C - C - C - C	H - C - H		أحادى	
H H H -O- H-C-O-C-H H H H H	H H H-C-C-H H H H H H H H-C=C-H	-c=	رباعی	6C
	H H H-C-O-C-H H H		ثنائی	80

H H H-C-N-H H	-N-		
H-C C-H	-N=	ٹلاٹی	النيتروچين 7N (2 ، 5)
H H-C-C≡N H	N≡		
H - C - Cl H - H	X –	أحادى	یناصر X (الهالوچینات) مثل (F, Cl, Br, I)

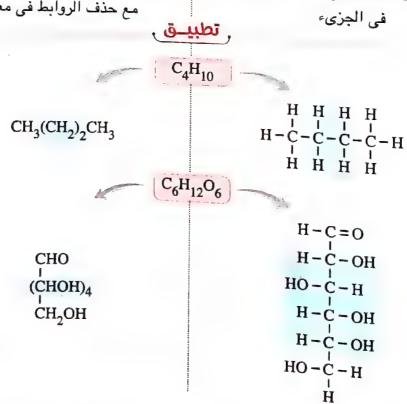
طرق تمثيل الصيغ البنائية للمركبات العضوية

مناك عدة طرق لتمثيل الصيغ البنائية للمركبات العضوية، منها :

الصيغة البنائية المكثفة

يتم فيها تجميع الوحدات المتكررة مع بعضها مع حذف الروابط في معظم الأحيان الصيغة البنائية المفصلة «صيغة كيكولى»

تعطى صورة مفصلة لكل الذرات والروابط في الجزيء



الاملنحان كيمياء - شرح / ۳ ث (۲۰: ۳۰)

مثال 🕦

ارسم الصيغة البنائية المركبات التالية :

(يحتوى على رابطة =) C₃H₆ •

 $\cdot C_2H_5Cl$

فكرة الحل

يلزم أن تحاط كل نرة من ذرات عنصر:

- * الكربون بأربعة روابط تساهمية.
- * الأكسچين برابطتين تساهميتين.

(یحتوی علی رابطة ≡) C₃H₄ • C₃H₄

• CH₄O

* الهيدروچين برابطة واحدة تساهمية.

* الكلور برابطة واحدة تساهمية.

لحـــــل

الصيغة الجزيئية

الصيغة البنائية

CH ₄ O	C ₃ H ₄	C_3H_6	C ₂ H ₅ Cl
H - C - O - H H	H	H H H	H H
	H-C-C≡C-H	H-C-C=C-H	H-C-C-Cl
	H	H	H H

مثيال 🐠

أعد كتابة الصيغ البنائية الآتية بطريقة صحيحة، بشرط عدم تغيير صيغتها الجزيئية :

$$CH_2 - C - CH_2 = CH_2$$

$$\begin{array}{c} \operatorname{CH_3} \\ \operatorname{CH_3} - \operatorname{CH} - \operatorname{CH_2} - \operatorname{CH} - \operatorname{CH_3} \\ \operatorname{CH_3} \end{array}$$

$$CH_3 - C - CH = CH_2$$

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3 - CH_3$$
 CH_3

مثيال 🕜

حول الصيغ البنائية المكثفة الآتية إلى صيغ بنائية تتضح فيها الروابط التساهمية :

(CH₃)₂ C (CH₂CH₃)₂

CH₃ (CH₂)₂ CHCH₂

CH₃CCl₂CH₃

النماذج الجزيئية

لا تعبر الصيغة البنائية عن الشكل الصحيح للجزىء،

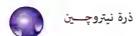
لأنها تُظهر الجريء وكأنه مسطحًا إلا أنه مجسمًا تتجه ذراته في الأبعاد الفراغية الثلاثة.

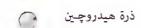
 ولتوضيح الشكل الصحيح للجزىء تستخدم النماذج الجزبئية وهي نماذج تُمثل فيها ذرات كل عنصر بلون و حجم محددين.

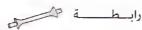
 ومن هذه النماذج .. نموذج الكرات و العصى والنموذج الفراغى ويوضحهما الجدول التالى :



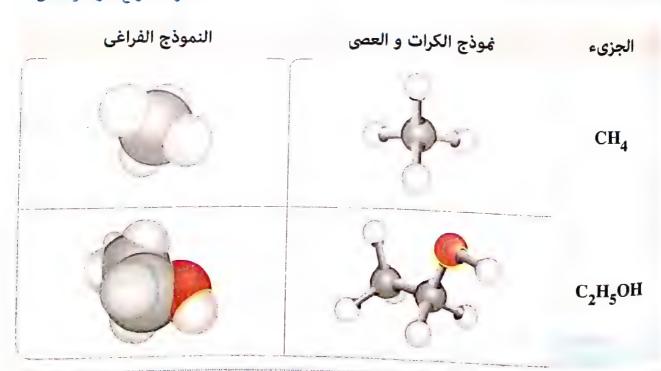








مكونات نموذج الكرات وال





الأيزوميرزم (المشابهة الجزيئية) (التشكل)

هي ظاهرة اتفاق عدة مركبات عضوية في صيغة جزيئية واحدة واختلافها في الصيغ البنائية وبالتالي اختلافها في الخواص الفيزيائية والكيميائية.

مركب الكحول الإيثيلي ومركب إثير ثنائي الميثيل أيزومران لهما نفس الصيغة الجزيئية ولكنهما يختلفان في الصيغة البنائية وبالتالي يختلفان في الخواص الفيزيائية والكيميائية، كما يتضح من الجدول التالي :

إثير ثنائي الميثيل	الكحول الإيثيلي	المركب
C ₂	H ₆ O	الصيغة الجزيئية
H H H-C-O-C-H I I	H H H H H H H H H H H H H H H H H H H	الصيغة البنائية
CH ₃ -O-CH ₃	CH ₃ - CH ₂ - OH	غوذج
غاز	سائل	الكرات و العصى الحالة الفيزيائية
−29.5°C	78.5°C	درجة الغليان
−138°C	−117.3°C	درجة الانصهار
لا يتفاعل	يتفاعل	التفاعل مع الصوديوم

البروبانون و البروبانال :

البروبانال	البروبانون	المركب
	C_3H_6O	الصيغة الجزيئية
H H O H-C-C-C-H H H CH ₃ -CH ₂ -C-H	H O H H - C - C - C - H H H O CH ₃ - C - CH ₃	الصيغة البنائية

شال 🛈

ارسم الأيزومرات المحتملة للمركب الذي صيغته الجزيئية ٢٥٤١

الحـــــ

يرة الحل

تضاف ذرات الهيدروچين إليها بحيث تحاط كل ذرة كربون بأربعة روابط تساهمية أحادية

ثم تضاف ذرات الهيدروچين كما سبق

ثم تضافه ذرات الهيدروچين كما سبق

للتاكد من صحة الأيزومرات يتم جمع عدد ذرات كل من عنصرى الكربون والهيدروچين ولتاكد من صحة الأيزومرات يتم جمع عدد ذرات كل مرة وكتابة الصيغة الجزيئية في كل مرة



مثال 🕜

أمامك خمس صيغ بنائية .. اختر منها ما يعتبر أيزومرات.

$$H C H$$

$$H C H$$

$$H C H$$

$$H C = C C H$$

$$H C H H H$$

فكرة الحل

- ت الأيزومرات مركبات عضوية لها نفس الصيغة الجزيئية.
- ٠٠ نجمع عدد ذرات عنصرى الكربون والهيدروچين في كل صيغة بنائية لتعيين صيغتها الجزيئية.

الحـــل

0	٤	٣	ſ	1	الصيغة البنائية
C ₅ H ₁₀	C ₅ H ₁₀	C_5H_{10}	С ₅ Н ₁₀	С ₅ Н ₁₀	الصيغة الجزيئية

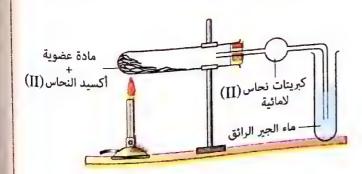
- : الصيغ البنائية الخمسة لها نفس الصيغة الجزيئية.
- .. الصيغ البنائية الخمسة تمثل أيزومرات لصيغة جزيئية واحدة.

الكشف عن عنصرى الكربون و الهيدروچين فى المركبات العضوية

الخطوات

سخن مقدار صغير من مادة عضوية (قماش ، جلد ، ورق ، بلاستيك ، ...) مع أكسيد النحاس (II).

مرر البخار و الغاز الناتجين على مسحوق كبريتات النحاس (II) اللامائية البيضاء، ثم على ماء الجير الرائق.



المشاهدة

تحول لون كبريتات النحاس (II) اللامائية البيضاء من يخترل الهيدروجين الموجود في المادة العضوية مركب أكسيد النحاس (II) مكونًا بخار ماء تمتصه

ب تعكر ماء الجير الرائق.

التفسير

يخترل الهيدروچين الموجود في المادة العضوية مركب أكسيد النحاس (II) مكونًا بخار ماء تمتصه كبريتات النحاس (II) البيضاء فيتحول لونها إلى اللون الأزرق.

$$2H + CuO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} Cu_{(s)} + H_2O_{(v)}$$

يختـزل الكربون الموجود فى المادة العضوية مركب أكسيد النحاس (II) مكونًا غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق.

$$C + 2CuO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Cu_{(s)} + CO_{2(g)}$$

الاستنتاج

تحتوى المركبات العضوية على عنصرى الكربون و الهيدروچين بشكل أساسى.

تصنيف المركبات العضوية

ا و يتكون البناء الأساسى لأى مركب عضوى من عنصرى الكربون و الهيدروچين، ويمكن تصنيف المركبات العضوية كما يتضح من المخطط التالى :

الركبات العضوية

مشتقات هيدروكربونية

مركبات عضوية تحتوى على عنصرى الكربون والهيدروچين بالإضافة لعناصر أخرى كالأكسچين والنيتروچين وغيرها

> مثال C₂H₅OH CH₃NH₂

هيدروكربونات

مركبات عضوية تحتوى على عنصرى الكربون و الهيدروچين فقط

 C_2H_6 C_3H_8

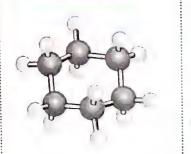
الهيدروكربونات

هي مركبات عضوية تحتوى على عنصري الكربون والهيدروچين فقط.

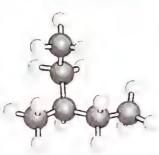
تتخذ مركبات الهيدروكربونات إحدى هذه الصور الثلاث :

سلسلة مستقيمة





حلقة فتحانسة



خطأ شائع

من الأخطاء الشائعة افتراض أن الصيغة البنائية المقابلة تعبر عن سلسلة متفرعة بناءً على شكلها، والصواب أنها تعبر عن سلسلة مستقيمة

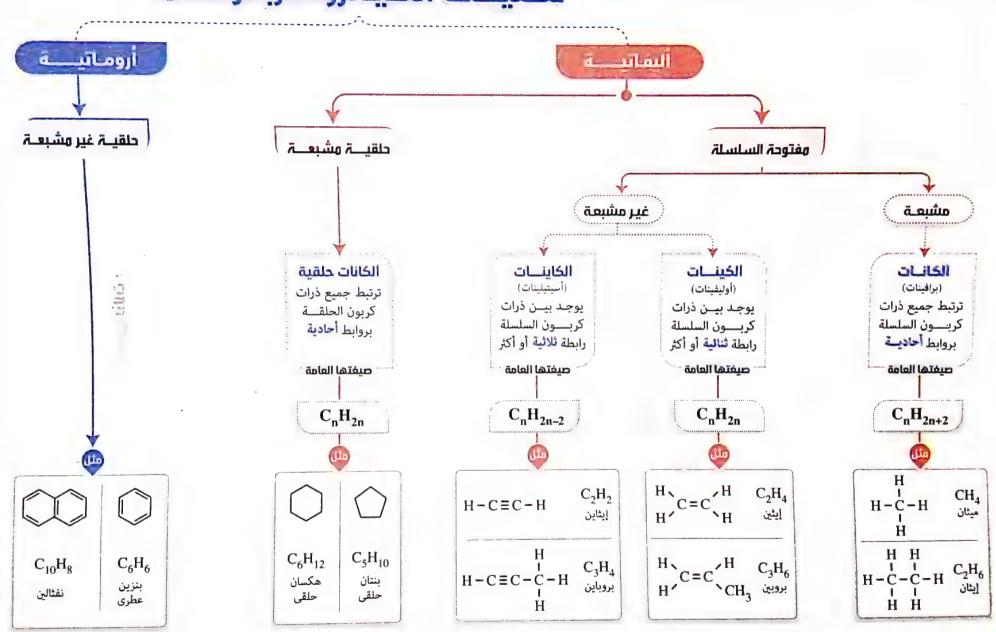
حيث تتصل كل ذرات الكربون معًا في سلسلة واحدة.

CH₃ - CH - CH₂ - CH₂ - CH - CH₃ 2CH₂ 1CH₃ 1CH₃

H-C-H H H-C-H H-C-H H-C-H

الصيغة البنائية المقابلة تعبر عن سلسلة متفرعة، ديث يحدث تفرع عند ذرتى الكربون (3).

تصنيف الهيدروكربونات



الذلكانات (البرافينات)

/ للإيضاح فقط 🚱

توصف الألكانات بأنها مسعة لأنها تُظهر ميلًا ضعيفًا للتفاعلات الكيميائية. اشتق مصطلح البرافينات من أصل كلمتين لاتينيتين معناهما «قليل الميل». هي هيدروكربونات أليفاتية مشبعة مفتوحة السلسلة الكربونية، ترتبط ذرات الكربون في جزيئاتها بروابط أحادية قوية من النوع سيجما (σ).

الصيغة العامة (القانون العام) للألكانات

مفتوحة السلسلة: در السلسلة

حيث (n) يساوى عدد ذرات الكربون في المركب.

مثال

ما عدد ذرات الهيدروچين في الألكان الذي يحتوى على 3 ذرات كربون ؟ وما النسبة المئوية الكتلية للكربون في هذا المركب ؟

[C = 12, H = 1]

الحــــل

3= عدد ذرات الكربون n ، C_nH_{2n+2} : الصيغة العامة للألكانات : \cdots

 $8 = (2 \times 3) + 2 = 2n + 2 = 1$ عدد ذرات الهيدروچين في هذا الألكان

 $44 \text{ g/mol} = (8 \times 1) + (3 \times 12) = \text{C}_3\text{H}_8$ الکتلة المولية من

 $81.8\% = 100\% \times \frac{3 \times 12}{44} = 100\% \times \frac{1000}{1000} \times \frac{3 \times 12}{44} = 100\% \times \frac{3 \times 12}{1000} = \frac{3000}{1000}$ النسبة المنوية الكتلية للكربون

تسمية المركبات العضوية

🚺 التسمية الشائعة :

◄ أطلق الكيميائيون القدامي على المركبات العضوية التي كانوا يعرفونها – أنذاك – أسماء تشير غالبًا إلى المصدر الذي استخلص منه هذه المركبات وقد عُرفت هذه الأسماء بالأسماء الشائعة.

🚺 التسمية حسب نظام الأيوباك :

◄ مع التقدم المستمر وكثرة المركبات العضوية أصبح من الضرورى إيجاد طريقة منظمة لتسمية هذه المركبات، ولهذا قام الاتحاد الدولى للكيمياء البحتة والتطبيقية – والذي يترجم إلى –

International Union of Pure and Applied Chemistry



بوضع نظام بقواعد محددة لتسمية المركبات العضوية، يُعرف بنظام الأيوباك IUPAC يُمكن كل من يقرأه أو يكتبه من التعرف الدقيق على بناء هذا المركب.

إوقيما بلى سوف بتم التعرف على تسمية الألكانات مفتوحة السلسلة المستقيمة و العنفرعة حسدنظام الأيوباك إ

وكالمستقال والمستشيمة السلسلة حسب نظام الليوباك



إلى البادنة المعبرة عن عدد ذرات الكربون في المركب.

تات	البادا	al.	أ	يدد ذرات الكربون
meth	qa.	-	ميث	1
eth	-	etano.	إيث	2
brob			-11	3
P9 - 1 P	-	_	بييت	4
pent	-	_	بنت	5
1553	-	~	مكس	6
hept	~	-	هبست	7
oct	-	-	أوكت	8
non	-	-	نسون	9
dec	-	-	ديـك	10



» ويوضح الجدول المقابل اسهاء الباديات المعبرة عن عدد ذرات الكربون في المركب :

للإيضاح مقط 🕯 🕯
البادئات (ميث ، إيث ، بروب ، بيوت) هي أسماء شانعة.
أما أسمعاء البادئات التالية لها فهم مقاطع يونانية
تعبر عرن أعدادها (بنت تعنى خسرة،
. هكس تعنى سنة، وهكدا)

اكتب تسمية الأيوباك للمركب المُعبر عنه بالصيفة البنائية النالية

$$CH_3 - (CH_2)_5 - CH_5$$

فكرة الحل

- " الصبيغة الجزيئية لهذا المركب C₈H₁₈ وجميع ذرات الكربون تنصل معًا في سلسلة واحدة.
- «C_nH_{2n+2} عن ألكان مستقيم السلسلة، «حيث ينطبق عليه القانون العام للألكانات -«C_nH_{2n+2}

 - " هذا الألكان يحتوى على 8 ذرات كربون. .. بادئة اسم المركب: أوكت
 - خاتمة اسم المركب: "أن
- 1 المركب الكان مستقيم السلسلة،

اسم هذا المركب: أوكتان.

مثال 🛈

اكتب الصيغة الجزيئية و البنائية للإيثان.

فكرة الحـــل

٠٠ بادئة اسم المركب : إيث -

😯 خاتمة اسم المركب : – ان

ن المركب يحتوى على 2 ذرة كربون.

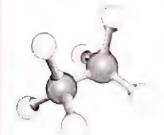
H H

بالتعويض عن قيمة (n) في الصيغة العامة للألكانات بالمقدار 2

 $C_2H_6 - C_2H_{(2\times 2)+2}$: الصيغة الجزيئية للإيثان : ...

: الإيثان من الألكانات.

.. كل الروابط بين ذرات الكربون من النوع سيجما الأحادية.



جزىء إيثان

$H - \stackrel{1}{C} - \stackrel{1}{C} - H$: الصيغة البنائية للإيثان ، C_2H_6 : الصيغة الجزيئية للإيثان

مثيال 🕜

اكتب الصيغة الجزيئية و البنائية لكل من :

(٢) البروبان.

(٢) البنتان.

_ل	الح	öj	Sò
----	-----	----	----

(١) الميثان.

الصيغة البنائية	الصيغة الجزيئية	تطبيق الصيغة العامة (C _n H _{2n+2})	عدد ذرات کربون المرکب (n)	المركب
H - C - H	CH ₄	C ₁ H _{(2×1)+2}	1	(۱) الميثان
H H H H-C-C-C-H I I I H H H	C ₃ H ₈	C ₃ H _{(2×3)+2}	3	(۲) البروبان
H H H H H H-C-C-C-C-C-H H H H H H	C ₅ H ₁₂	C ₅ H _{(2×5)+2}	5	(۲) البنتان

السلسلة المتجانسة

يوضح الجدول الأتي الصيغ الجزيئية والبنائية والكتل المولية لأول عشــرة الكانات مستقيمة السلسلة :

الكتلة المولية (g/mol) [C = 12 , H = 1]	الصيغة البنائية	الصيغة الجزيئية	الألكان
16	CH ₄	CH ₄	میثان
16 + 14 = 30	CH ₃ CH ₃	C_2H_6	إيثان
30 + 14 = 44	CH ₃ CH ₂ CH ₃	C_3H_8	بروبان
44 + 14 = 58	$CH_3(CH_2)_2CH_3$	C_4H_{10}	بيوتان
58 + 14 = 72	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	C ₅ H ₁₂	بنتان
72 + 14 = 86	$CH_3(CH_2)_4CH_3$	C ₆ H ₁₄	مكسان
86 + 14 = 100	$CH_3(CH_2)_5CH_3$	C ₇ H ₁₆	هبتان
100 + 14 = 114	$CH_3(CH_2)_6CH_3$	$C_{8}H_{18}$	أوكتان
114 + 14 = 128	$CH_3(CH_2)_7CH_3$	C ₉ H ₂₀	نونان
128 + 4 = 142	$CH_3(CH_2)_8CH_3$	$C_{10}H_{22}$	ديكان

ويتضح من مجموعة المركبات الموضحة بالجدول السابق أنه يجمعها قانون جزيئى عام هو (C_nH_{2n+2}) ، ويلاحظ أن كل مركب منها يزيد عن المركب الذي يسبقه بمجموعة ميثيلين Methylene (CH₂) كتلتها المولية المولية وتُعرف مثل هذه السلسلة باسم السلسلة المتجانسة وهي تتميز بتشابه خواصها الكيميائية وتدرج خواصها الفيزيائية.

» وهناك العديد من السلاسل المتجانسة الأخرى سوف يرد الحديث عنها، كلٍ في حينه.

وثيال

IC = 12, H = 1

الكان X كتلته المولية 198 g/mol

- (١) ما الكتلة المولية للألكان (Y) الذي يليه مباشرةً في نفس السلسلة المتجانسة ؟
 - (r) استنتج الصيغة الجزيئية للألكان (X).

الحــــل

- (١) :: كل ألكان يزيد عن الألكان الذي يسبقه مباشرةً بمجموعة ميثيلين كتلتها المولية 14 g/mol
 - 212 g/mol = 14 + 198 = (Y) الكتلة المولية للألكان ∴ الكتلة المولية للألكان .:
- 198 = 2 + 2n + 12n = (X) الكتلة المولية للألكان : $C_n H_{2n+2} : C_n H_{2n+2} : (۲)$
 - $14 = \frac{196}{14} = n$ ومنها 196 = 14n :
 - $C_{14}H_{30} = C_{14}H_{(2\times14)+2} = (X)$ الصيغة الجزيئية للألكان :. الصيغة الجزيئية الألكان .:

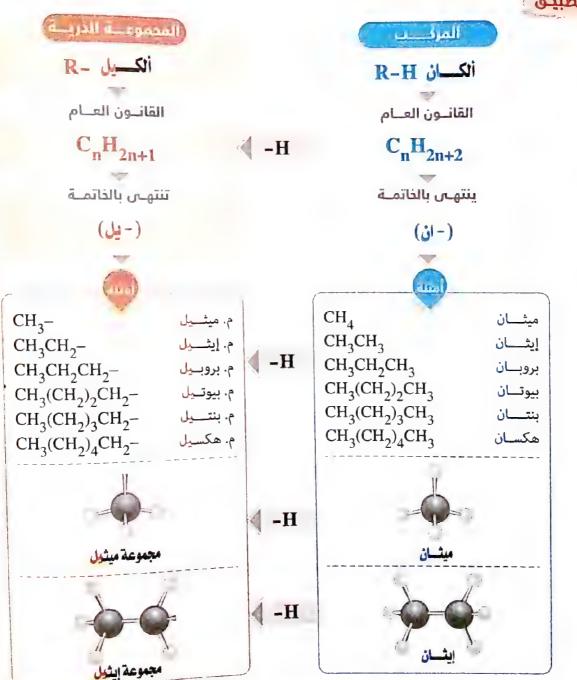
أداء ذاتي

استنتج الصيغة الجزيئية لهيدروكربون أليفاتى مشبع مستقيم السلسلة يحتوى الجزىء منه على 14 ذرة هيدروچين.

مَجِمُوعَةَ (شُقُ) النَّلَكِيلَ (-R-)

هي مجموعة ذرية لا توجد منفردة وتشتق من الألكان القابل بعد نزع ذرة هيدروچين منه.

تطبيق



ثانيا تسمية الألكانات المتفرعة حسب نظام الأيوباك

بتم عملية تسمية الصبيغ البنائية للألكان المتفرع باتباع الخطوات الأربعة التالية :

النظوة الأولين تحديد خاتمة اسم الألكان (خاتمة اسم السلسلة الأساسية)

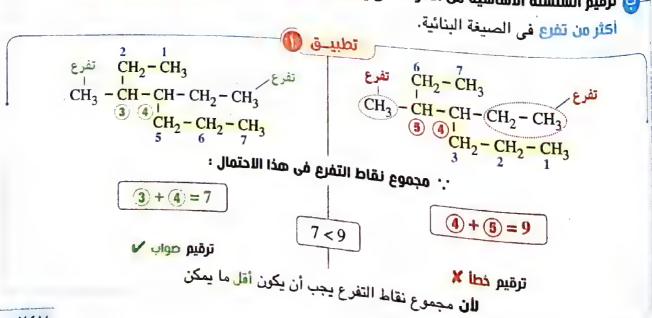
يتم تحديد خاتس اسم الألكان بتحديد عدد ذرات الكربون في اطول سلسلة كربونية متصلة (السلسلة الأساسية) في الصيغة البنائية، سواء كانت مستقيمة أو منحنية.

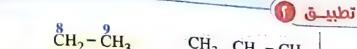
: أطول سلسلة متصلة من ذرات الكربون تحتوى على 6 ذرات كربون : السلسلة الأساسية في هذه الصيغة البنائية هي لمركب الهكسان

التحلية الثالثين ترقيم ذرات الكربون في السلسلة الأساسية، مع مراعاة :

آ ترقيم السلسلة الأساسية من الطرف اللقب لنقطة التفرع عند وجود نفرع واحد في الصيغة البنائية.

و ترقيم السلسلة الأساسية من الطرف الذي يؤدي إلى تحديد نقاط التفرع بأقل مجموع ممكن عند وجود





ث مجموع نقاط التفرع في هذا الاحتمال :

لأن مجموع نقاط التفرع يجب أن يكون أقل ما يمكن

واختيار السلسلة الأساسية الأكثر تفرعًا كأساس التسمية عند تساوى عدد ذرات كربون السلسلة الأساسية في صيغتين بنائيتين لنفس المركب.

ترقیم صواب 🖊 لأن السلسلة الأساسية في هذا الاحتمال هى لمركب البنتان مع تفرعين

ترقيم خطأ 🗶 لأن السلسلة الأساسية في هذا الاحتمال هى لمركب البنتان مع تفرع واحد

الفطوة الثالثة تحديد مقدمة اسم المركب (مواضع وأسماء المجموعات المتفرعة)، مع مراعاة الآتي :

إنسبق اسم كل تفرع بالرقم الدال على موضع تفرعه في السلسلة الأساسية، مع الفصل بين الرقم والاسم بشرطة (-).

تطبيـق

- ت مجموعة الميثيل متفرعة من ذرة الكربون (2)
 - ∴ مقدمة اسم هذا المركب: 2- ميثيل

- 💪 عند تكرار تفرع مجموعة أو ذرة ما من السلسلة الأساسية يضاف إلى اسمها:
 - ١- الأرقام الدالة على مواضع تفرعها من السلسلة.
- ٢- البادئة التي تشير إلى عدد مرات تكرارها والتي يوضحها الجدول التالي :

٤ مرات	٣ مرات	مرتين	عدد مرات التكرار
رباعي	ئلاثى	ر " ثنائی	البادئة

• الرقم والاسم بشرطة (-).

★ يتم الفصل بين : • الرقم والرقم بفصلة (،). .

ر تطبيــق

$$CH_3 CH_3$$
 $CH_3 - CH_3 - CH$

- ت هناك مجموعتي ميثيل متماثلتين متفرعتين من الموضعين 2 ، 3
 - .. مقدمة اسم هذا المركب: 2 ، 3- ثنائي ميثيل.
- ورتب التفرعات أبجديًا حسب أسمائها اللاتينية (الإنجليزية مجازًا) دون التقيد بالترتيب الرقعي لها على ذرات كربون السلسلة الأساسية.

تطبيــق

تسمية صواب 🖊 3- ایشل -2- میثیل

لان حرف E يسبق حرف M أبجديًا

- .. تكتب مجموعة الإيثيل قبل مجموعة الميثيل عند تحديد مقدمة اسم المركب
- عند تساوى مجموع نقاط تفرعين مختلفين، ياخذ التفرع ذو الحرف اللبجدى المتقدم الترتيب الرقمى اللصغر، بينما يأخذ التفرع ذو الحرف الابجدي المتأخر الترتيب الرقمي الأكبر.

للن مجموع نقاط التفرعين متساوى في الاحتمالين

$$(2) + (4) = 6$$
 $6 = 6$
 $(2) + (4) = 6$
 e^{-6}
 e^{-6}
 e^{-6}
 e^{-6}
 e^{-6}
 e^{-6}
 e^{-6}
 e^{-6}

الفطوة الرابعة الصيغة النهائية لاسم الألكان المتفرع

الصيغة النهائية لاسم الألكان تتم بإضافة خاتمة اسم المركب (اسم السلسلة الأساسية) إلى مقدمة اسم المركب

تطبيـق

- ∵ مقدمة اسم المركب : 3- إيثيل -2- ميثيل
- ·· السلسلة الأساسية في هذا الألكان تحتوى على 6 ذرات كربون متصلة. ·· خاتمة اسم المركب: هكسان.
 - · الصيغة النهائية لاسم هذا الألكان المتفرع: 3- إيثيل -2- ميثيل هكسان.

مثيال 🛈

 CH_3 $CH_3 - C - (CH_2)_2 - CH_3$ CH_3

اكتب تسمية الأيوباك للمركب المعبر عنه بالصيغة البنائية المقابلة:

فكرة الحـــل

التطبيق	طوات الحل	÷
يتم رسم الصيغة البنائية للمركب بشكل يسهل تحديد عدد ذرات الكربون فى السلسلة الأساسية CH ₃ - C - CH ₂ - CH ₃ Ilكربون تحتوى على 5 ذرات كربون. CH ₃ : خاتمة اسم المركب (السلسلة الأساسية) : بنتان.	تحديــد خاةـــة اسم المركب	ا <mark>لخطوة</mark> الأولى
CH ₃	ترقيم ذرات الكربون في السلسلة الأساسية	الخطوة الثانية
ت هناك مجموعتى ميثيل متفرعتين من الموضع 2 مقدمة اسم المركب : 2،2 - ثنائي ميثيل.	تحديد مقدمة اسم المركب	الخ <mark>طوة</mark> الثالثة
· مقدمة الأسم. طائعة الاسم. معثيل بنتان ،	الصيغـة النهائيـة لاسم المركب	الخطوة الرابعة

مثال 🛈

اكتب تسمية الأيوباك للألكانات المتفرعة التالية:

$$\begin{array}{ccc}
\operatorname{CH}_{3} & \operatorname{CH}_{3} \\
\operatorname{CH}_{3} - \operatorname{CH} - \operatorname{CH}_{2} - \operatorname{CH}_{2}
\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\operatorname{CH_3} \\
\operatorname{CH_3} - \operatorname{C} - \operatorname{CH} - \operatorname{CH_2} - \operatorname{CH_3} \\
\operatorname{CH_3} + \operatorname{CH_2} - \operatorname{CH_3}
\end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{CH}_{3} \\ \text{CH} - \text{CH}_{3} \\ \text{CH} - \text{CH}_{2} - \text{CH}_{3} \\ \text{CH}_{3} - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_{2} - \text{CH}_{3} \\ \text{CH}_{3} \end{array}$$

$$\mathrm{CH_3CH(C_2H_5)_2}$$

🚱 🕯 للإيضاح فقط

لحــــل

٢

٤

رسم الصيغ البنائية للالغانات المتفرعة بناء على أسمالها بنظام الأيوباك

مثال تطبيقي

و ميلل مدسان

ارسم الصيغة البنائية لركب 2 – ميثيل هكسان، تعتمد فكرة الحل على مهارة تحليل اسم المركب، كما يتضح من المخطط المقابل ثم تحويل ما تم استنباطه إلى رسم الصيغة البنائية من خلال اتباع الخطوات التالية:

اطول سلسله گرونهه (السلسله الاسلسرة) تحتونت عالت ۱۵ رات کرون

تتفرع مجموعة مينيل من خرة الكربون رقم ا

التطبيق

$$\zeta - \zeta - \zeta - \zeta - \zeta - \zeta - \zeta - \zeta$$

خطوات الحل

مثال

ارسم الصيغة البنائية للمركب 2 ، 2 ، 4- ثلاثي ميثيل بنتان، مع كتابة صيغته الجزيئية.

الحـــل

ِ لرسم الصيغة البنائية يتم اتباع لفس خطوات المثال التطبيقي السابق

الصيغة البنائية للمركب:

لكتابة الصيغة الجزيئية يلزم معرفة نوع وعدد الذرات المكونة للمركب

- 18 ذرة ميدروچين.
- ٠٠٠ المركب يحتوى على : 8 ذرات كربون.
 - C_8H_{18} : الصيغة الجزيئية للمركب \therefore

 C_nH_{2n+2} : نلتاكد من صحة الإجابة يتم التعويض عن قيمة n بالمقدار 8 في القانون العام للألكانات $C_8H_{(2sh)+2} \longrightarrow C_8H_{18}$

مشتقات الألكانات الهالوچينية (RX)

نُعرف عناصر المجموعة 7A (17) في الجدول الدوري الحديث باسم الهالوچينات، وتُعرف أيوناتها السالبة باسم الهاليدات ويوضح الجدول التالي الهالوچينات وهاليداتها المقابلة:

الهاليد (X ⁻)		الهالوچين (X)
الفلوريد	,	الفلور
الكلوريد		الكلور
البروميد	1	البروم
اليوديد	,	اليود

هناك طريقتان لتسمية مشتقات الألكانات الهالوچينية، وهما :

- التسمية الشائمة : على وزن ماليد ألكيل.
 - تسمية الأيوباك : على وزن هالوألكان،

حيث يكتب اسم الهالوچين منتهيًا بالحرف (و) يعقبه اسم الألكان المكون لمجموعة الألكيل.

• ويوضح الجدول الأتي بعض مشتقات الألكانات المالوچينية وتسميتها :

البروبان	الإيثان	الميثان	الألكان
CH ₃ CH ₂ CH ₂ I	C_2H_5Br	CH ₃ Cl	المشتق الهالوچينى
يوديد بروبيل	بروميد إيثيل	كلوريد ميثيل	التسمية الشائعة (هاليد ألكيل)
يودوبروبان	بروموإيثان	كلوروميثان	تسمية الأيوباك (هالوألكان)

الجدول التالي يوضح بعض التفرعات مرتبة أبجديًا تبعًا لأسمائها :

الرمــــز	p	الاس	
-Br	Bromo	برومو	1
- Cl	Chloro	كلورو	۲
$-C_2H_5$	Ethyl	إيثيل	٣
-F	Fluoro	فلورو	1
- I	Iodo	يودو	٥
- CH ₃	Methyl	ميثيل	٦



مثال 🕦

اكتب أسماء المركبات الآتية تبعًا لنظام الأيوباك:

الحــــل

- ۱ ۱،۱،۱ شلائى كلوروبيوتان.
- 7 برومو -2- كلورو -1،1،۱- ثلاثى فلوروإيثان.
 - 7 2- كلورو -4- ميثيل بنتان.
- ٤ 2، 3- ثنائى كلورو -2، 4- ثنائى ميثيل هكسان.

مثيال 🕜

اكتب الصيغة البنائية والصيغة الجزيئية لكل مركب من المركبين التاليين:

- ١ يودو -2- ميثيل هكسان.
- ١ 4- كلورو -2،2- ثنائى ميثيل بنتان.

الحـــــا

الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	المركب	1
C ₇ H ₁₅ I	H CH ₃ H H H H 1 - C - C - C - C - C - C - H 1 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - H H H H H H H	1- يودو -2- ميڻيل هکسان	١
C ₇ H ₁₅ Cl	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	4- كلورو -2 ، 2- ثنائى ميثيل بنتان	٢



اكتب الصيغ البنائية للمركبات التالية، موضحًا وجه الاعتراض على هذه التسمية،

لم اكتب الاسم الصحيح لكل منها تبعًا لنظام الأيوباك:

3 ، 3 ، 2 ، 8 ، 3 میثیل بیوتان.

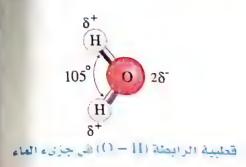
ا 2- إيثيل بنتان.

٤ - كاورو -2- كلوروإيثان.
 ٥ 2- ميثيل -3- كلوروبيوتان.

التسمية الصحيحة	وجه الاعتراض على التسمية	الصيغة البنائية للمركب	
H H H CH ₂ H H - C - C - C - C - C - C - H H H H H H H H ✓ میثیل هکسان ✓	لم ينسب اسم المركب لأطول سلسلة كربونية	H H H C ₂ H ₅ H H - C - C - C - C - C - H S 41 31 2 11 H H H H H H - C - C - C - C - C - H	
H H CH ₃ H H - CH ₃ H H - C - C - C - C - H H H H H H H H ✓ میثیل بیوتان ✓	الترقيم لم يبدأ من الطرف الأقرب للتفرع	H H CH ₃ H H - C - C - C - H H H H H H H H -3	
H CH ₃ CH ₃ H H - C - C - C - C - H H H CH ₃ H	الترقيم لم يبدأ من الطرف الصحيح الذي يحقق أقل مجموع لأرقام التفرعات	H CH ₃ CH ₃ H H - C - C - C - C - H H H CH ₃ H	٣
Cl Cl H - C - C - H 24 اا H H	لم يستخدم المقطع ثنائى للدلالة على عدد مرات تكرار التفرعات	Cl Cl H - C - C - H 24 11 H H H H	٤
H CH ₃ Cl H H - C - C - C - C - H H H H H H H H H H → C - C - C - C - H	الترقيم لم يبدأ من الترتيب الأبجدى الصحيح لبدايات أسماء التفرعات	H CH ₃ Cl H H - C - C - C - C - H H H H H H	٥

الماء مذيب مطبس

- جازىء العاء H_2O قطبى، لأنه يتخذ في الفراغ H_2O أفراغ شكل زاوى، تكون فيه الزاوية بين الرابطتين (O-H) δ^- وهو ما يجعل الجزىء قطب سالب جزئي δ^- وهو المنطقة بين ذرتى الهيدروچين.
 - يعتبر الماء من أصم المديبات القطبية، لقدرت الفائقة على إذابة أعدادًا هائلة من المواد الأيونية وبعض المواد التساهمية غير القطبية والتى تتميز بقدرتها على تكوين روابط هيدروچينية مع الماء مثل السكروز (سكر المائدة).

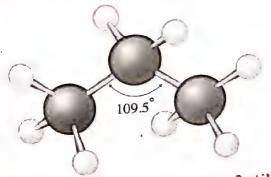




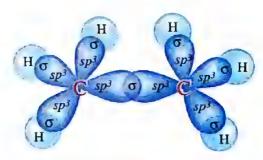
جزىء H_2O قطبى (محصلة عزم الازدواج القطبى لا تساوى (

الروابط سيجما في الثلكانات

النوع sp^3 وتكون الزاوية بين أي رابطتين منها sp^3 عند النوع الزاوية بين أي رابطتين منها sp^3 عند الزاوية بين أي رابطتين منها



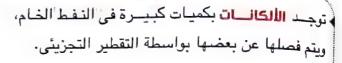
 109.5° الزوابط $5p^3$ في البروبان تساوى $5p^3$



الروابط سيجما ٥ في جزىء الإيثان

- الألكانات (كالميثان CH₄) مركبات غير قطبية، لعدة أســباب منها :
 - الشكل الفراغى المستوى للجزىء.
 - تساوى قيم الزوايا بين الروابط.
- الفرق في السالبية الكهربية بين ذرتى الكربون والهيدروچين 0.4

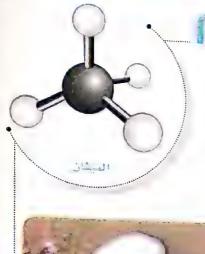
الميثان CH₄ كمثال للذلكانات



يمثل الميثان - أول سلسلة الألكانات - أبسط المركبات
 العضوية على الإطلاق.

ي يُشكه ل غاز الميثان أكثر هن 90% من الغاز الطبيعى الموجود في باطن الأرض أو مصاحبًا للبترول، كما يوجد في مناجم الفحم التي قد تتعرض للانفجار نتيجة لاشتعاله.

• يُسمى غاز الميشان بغاز الوستنقعات لانه يخرج على هيئة فقاقيع من قاع المستنقعات نتيجة لتحلل المواد العضوية الموجودة فيها.

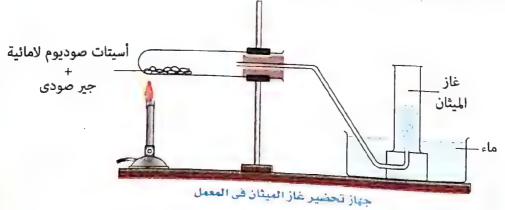




عاز المستنقاب

تُعمَير عَالَ البينال عَين الدحمل أ

بحضر غاز الميثان في المعمل بالتقطير الجان لهلج أسيتات الصوديوم اللامائية مع الجير الصودي
 (خليط من الصودا الكاوية NaOH والجير الحي CaO) باستخدام جماز كالمبين بالشكل:



 $CH_3COONa_{(s)} + NaOH_{(s)} \xrightarrow{CaO} CH_{4(g)} + Na_2CO_{3(s)}$

فسر: استخدام الجير الصودى بدلًا من الصودا الكاوية فقط فى تحضير غاز الميثان فى المعمل. لأن أكسيد الكالسيوم CaO الموجود فى الجير الصودى مع هيدروكسيد الصوديوم NaOH يقوم بخفض درجة انصهار خليط التفاعل.

الامتحاما كيمياء - شرح / ٣ ث (م: ٣٣) ٢٥٧



الخواص العامة للألكانات

تتناول الخواص العامة للإلكانات كل من:



أوق الخواص الفيزيائية للألكانات

الحالة الفيزيائية : تتواجد الألكانات في حالات المادة الثلاث، كما يتضح من الجدول التالي :

الألكانات الفازية

- ◄ الألكانات التي تحتوى من
- 1: 4 درة كربون وهي:
- الميثان. الإيثان.
- الإيتان. • السوتان.

الألكانات السائلة

- ◄ الألكانات التي تحتوى من
 5 : 17 ذرة كريون، مثل :
 - الجازولين،
 - الكيروسين.

الألكانات الصلبة

- ◄ الألكانات التي تحتوى على
 أكثر من 17 نرة كربون، مثل:
 - شمع البرافين.
 - الشحوم.

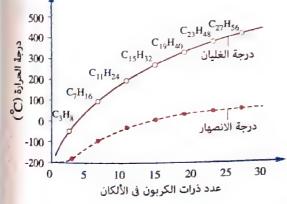
🚺 درجة الغليان و الانصهار :

مـن الشـكل البيانى المقابل يتضــح أنه كلما ازداد عدد ذرات الكربون فى الألكان غير المتفرع وبالتالى كتلته المولية ازدادت درجة غليانه ودرجة انصهاره.

تطبيقات

• البرويان.

- مستخدم غاز الميثان (الغاز الطبيعي) كوقود في المنازل.
- ستخدم خليط البروبان والبيوتان كوقود بعد إسالته وتعبئته في الأسطوانات المعروفة باسم أسطوانات البوتاجاز.



فـسـر: تحتوى أسـطوانات وقود البوتاجاز التى توزع فـى المناطـق الباردة على نسـبة من البرويـان أكبر من البيوتان، على عكس تلك التى توزع في المناطق الدافئة.

لأن غاز البروبان أكثر تطايرًا (أقل في درجة الغليان) من غاز البيوتان.



المناطق الياردة

أسطوائة بوتاجاز المناطق الدافئة

يوبان.

يستخدم كلًا من الجازولين والكيروسين كوقود.

YOX.

🙀 الذوبان : الألكانات مواد غير قطبية لا تذوب في المذيبات القطبية كالماء،





يطفو البرافين فوق سطح الماء

تغطى الفلزات كالحديد بالألكانات الثقيلة مثل الشحوم، لحمايتها من التأكل، حيث أن الألكانات مواد غير قطبية لا تذوب في الماء.

مثيال

اكتب الصبيغ البنائية للمركبات الآتية، ثم رتبها تصاعديًا حسب درجة غليانها، مع التفسير:

[C = 12, H = 1]

و إيثان.

هکسان عادی.

الكتلة المولية (g/mol)	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	المركب
$(12 \times 6) + 14 = 86$	С ₆ Н ₁₄	H H H H H H H-C-C-C-C-C-C-H H H H H H H	ھڪسان عادي
$(12 \times 5) + 12 = 72$	C ₅ H ₁₂	H H H H H H-C-C-C-C-C-H H H H H H	بنتان عادی
$(12 \times 2) + 6 = 30$	C ₂ H ₆	H H H-C-C-H I I H H	إيثان

ترتب هذه المركبات تصاعديًا حسب درجة غليانها، كالتالى:

إيثان < بنتان عادی < هکسان عادی

لأن درجة غليان الألكانات غير المتفرعة تزداد بزيادة كتلها المولية.

لأتيال الخواص الكيميائية للألكاثات

 تعتبر الألكانات مركبات خاملة كيميائيًا نسبيًا، لارتباط ذرات الكربون في جزيئاتها بروابط أحادية من النوع سيجما (σ) القوية التي يصعب كسرها إلا تحت ظروف خاصة.

بعض تفاعلات الألكانات



التفاعل مع الهالوچينات

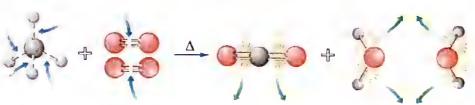


تفاعل الاحتراق

تفاعل احتراق الألكانات

الاحتراق التام لأي هيدروكريون (كالألكانات) ينتج عنه غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء من خلال تفاعل طارد للحرارة، ◄ تستخدم الألكانات مثل الميثان كوقود، لأنها تحترق من خلال تفاعل طارد للحرارة مكونة غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء.





احتراق غاز الميثان عملية طاردة للحرارة

تمتص طاقة أثناء كسر الروابط

تنطلق طاقة عند تكوين الروابط

مثال

احسب حجم غاز ثاني أكسيد الكربون المتصاعد (at STP) عند احتراق mol بالكامل من كل من: (٢) غاز البيوتان. (١) غاز البروبان،

$$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(v)}$$
1 mol
3 mol
(1)

حجم الغاز (L/mol) × (mol) عدد مولات الغاز (L/mol) = عدد مولات الغاز $67.2 L = 22.4 \times 3 = 1$ المتصاعد : CO_2 المتصاعد : حجم غاز

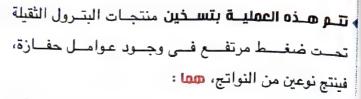
$$2C_{4}H_{10(g)} + 13O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 8CO_{2(g)} + 10H_{2}O_{(v)}$$
2 mol
2 mol
3 mol
3 mol

1 mol

 $4 \text{ mol} = \frac{8}{2} = C_4 H_{10}$ عدد مولات غاز CO_2 الناتجة من احتراق CO_2 عدد مولات غاز :. حجم غاز CO المتصاعد = 22.4 × 4 د CO

عمليات التكسير الحراري الحفزي





- الكانات ذات سلسلة قصيرة تستخدم كوقود للسيارات مثل الجازولين الذي يحتاجه العالم باستمرار.
- الكينات ذات سلسلة قصيرة مثل الإيثين والبروبين واللذين تقوم عليهما صناعات كيميائية كثيرة، أهمها صناعة البوليمرات.



• تطبيق إ التكسير الحرارى الحفزى لمركب الأوكتان.

◄ يتحول الأوكتان بالتكسير الحرارى الحفزى إلى بيوتان (ألكان) وبيوتين (ألكين). $C_8H_{18(l)} \xrightarrow{\Delta/P} C_4H_{10(g)} + C_4H_{8(g)}$ أوكتان

8.6	ľ		٥
الی		la l	L

في تفاعل التكسير الحراري الحفرى المعبر عنه بالمعادلة التالية : $C_{10}H_{22} \longrightarrow C_{6}H_{14} + 2Y$ استنتج الصيغة الجزيئية للناتج Y وإلى أى نوع من الهيدروكربونات ينتمى ؟

التفاعل مع الهالوجينات

• تتفاعل الألكانات مثل الميثان مع الهالوچينات مثل غاز الكلور بالتسخين إلى C°C أو في وجود الأشعة فوق البنفسجية (UV) في سياسيلة من تماعيلات الاستبدال ويتوقف الناتج على نسبة كل من الألكان والهالوچين في خليط التفاعل.

$$CH_{4(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} CH_{3}Cl_{(g)} + HCl_{(g)}$$

$$Cl_{2(g)} + CHCl_{3(g)} + HCl_{(g)}$$

$$Cl_{2(g)} + CCl_{4(l)} + HCl_{(g)}$$

ويمكن كتابة سلسلة تفاعلات الاستبدال السابقة، كالتالى :

$$CH_{4(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} CH_{3}Cl_{(g)} + HCl_{(g)}$$
 $SH_{4(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} CH_{3}Cl_{(g)} + HCl_{(g)}$
 $SH_{4(g)} \times CH_{2}Cl_{2(g)} + HCl_{(g)}$
 $SH_{4(g)} \times CH_{2}Cl_{2(g)} + HCl_{(g)}$
 $SH_{4(g)} \times CH_{2}Cl_{2(g)} + HCl_{2(g)}$
 $SH_{4(g)} \times CHCl_{3(g)} + HCl_{(g)}$
 $SH_{4(g)} \times CHCl_{3(g)} + HCl_{2(g)}$
 $SH_{4(g)} \times CHCl_{3(g)} + HCl_{3(g)}$
 $SH_{4(g)} \times CHCl_{3(g)} + HCl_{3(g)}$

فسر: لا يتم تفاعل ملجنة الألكانات في الظلام.

لعدم توافر الأشعة فوق البنفسجية اللازمة لكسر الرابطة سيجما القوية (C - H) التي يصعب كسرها.

مثال

ما عدد مولات عاز HCl الناتجة من تفاعل mol من غاز الميثان مع وفرة من غاز الكلور في وجود الأشعة فوق الينفسجية ؟ مع التفسير.

 $CH_{4(g)} + 4Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} CCl_{4(l)} + 4HCl_{(g)}$ ينتج 4 mol من غاز HCl / لأن كل جزىء من الميثان يحتوى على أربع ذرات هيدروچين يتم استبدالها بذرات كلور في سلسلة من أربعة تفاعلات.

إداء ذائي وضع بالمعادلات الرمزية كيفية الحصول على الكلوروفورم من أسيتات الصوديوم اللامائية.
 ······································

استخدامات مشتقات الذلكانات الهالوچينية

الاستخدام	الصيغة البنائية	لصيغة الجزيئية	المركب
كان يستخدم كمادة مخدرة فى العمليات الجراحية، ولكن ترقف استخدامه الآن، لأن عدم التقدير الدقيق للجرعة اللازمة منه للمريض قد يتسبب فى وفاته	Cl H-C-Cl Cl	CHCl ₃	الڪئوروفورم (ثلاثي ڪئوروميثان)
يستخدم كمخدر آمن	Br F 	CHBrClCF ₃	الهالوثان -2– برومو –2– ڪلورو – 1،1،1 ثلاثی فلوروایثان)
يستخدم في عمليات التنظيف الجاف	H Cl H - C - C - Cl H Cl	CH ₃ CCl ₃	1،1،1 شاثی کلوروایثان
تستخدم: • فى أجهزة التكييف والثلاجات. • كمواد دافعة للسوائل والروائح.	F F-C-F I F	CF ₄	الشتقات الهالوچينية للألكانات والتى تعرف بالفريونات، مثل : ورباعى فلوروميثان (رابع فلوريد الكربون)
• كمنظفات للأجهزة الإلكترونية.	Cl F-C-F Cl	CF ₂ Cl ₂	• ثنانی کلورو– ثنائی فلورومیثان (<mark>أشمر الفریونات)</mark>

◄ مميزات و أضرار الفريونات:

• مميزات الفريونات :

- لا تسبب تأكل المعادن.
- سهلة الإسالة.
 غير سامة.
 - » رخيصة الثمن.
 - * أضرار الفريونات :
- تسبب تأكل في طبقة الأوزون التي تقى الأرض من أخطار الأشعة فوق البنفسجية، لذا يوجد اتفاق دولى بتحريم استخدام الفريونات بداية من عام 2020

الأهمية الاقتصادية للألكانات

لَاعــب الألكانات دورًا هامًا كوقود وكمواد أولية في تحضير العديد من المركبات العضوية الأخرى،

كما يتضح من الأمثلة الاتبة :

🥂 الحصول على الكربون المجزأ (أسود الكربون) من الميثان :

عند تسخين الميثان (بمعزل عن الهواء) لدرجة 1000°C يتكون الكربون المحزأ.

صناعة

الحبر الأسود



مسحوق أسود الكربون

صناعة

ورنييش الأحذيية

• استخدامات الكربون المجزأ •

صناعة إطارات السيارات



صناعة

البويـــات





🌃 الحصول على الغاز المائى من الميثان :

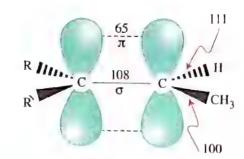
◄ يتكون الغاز المائي من تسخين غاز الميثان مع بخار الماء في وجود عامل حفاز.

ه استخدامات الفساز المانس ه....

- يستخدم كمادة مختزلة (كما في فرن مدركس).
- يستخدم كوقود.

الرابطة بالى و الرابطة سيجمأ

◄ الرابطة باى (π) أضعف من الرابطة سيجما (σ)، لأن الرابطة باى تنشأ من تداخل الأوربيتالات الذرية مع بعضها بالجنب فيسهل كسرها، أما الرابطة سيجما فتنشأ من تداخل الأوربيتالات الذرية مع بعضها بالرأس فيصعب كسرها.

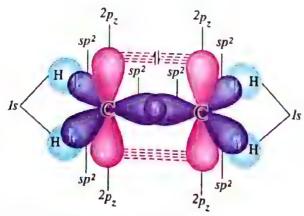


هُوهُ الروابط في الألكبتات مقدرة بوحدة (kenl/mol) «للإيضاج فقط»

المنابع الروابط سيجما و الروابط باي من جزيء الديثين

-) في جزىء الإيلين ترتبط ذرتي الكرسن ببعضهما، وترتبط كل منهما بذرتي هيدروچين عن طريق نوعين من الروابط، هما :
 - الرابطة سيجما (٥) وتنشأ من التداخل بالرأس بين الأوربيتالات الذرية.
 - الرابطة باي (π) وتنشأ من التداخل بالجنب بين الأوربيتالات الذرية.

كما يتضح من الشكلين التاليين ؛



تكوين الروابط سبجما وياي في جزيء الإيلين

 $H \subset \frac{\sigma}{\pi} C H$

جزىء الايثين

تصنف الهيدروكربونات الأليفانية غير المشبعة acique limburki le conago aci :

- سلسلة الألكينات.
- سلسلة الألكاينات.

سلسلة الألكينات

الألكينات هي هيدروك ربونات أليفاتية غير مشبعة

مفتوحة السلسلة، يوجد بين ذرات الكربون في جزيئاتها رابطة مزدوجة واحدة على الأقل.

◄ تسمى سلسلة الألكينات بالأوليفينات.

الألكينات سلسلة متجانسة قانونها العام:

(n > 1)

 C_nH_{2n}

على روابط مردوجة في سلاسلها الكربونية.

اشتق اسم أوليفين من الكلمة اللاتينية أوليم (oleum)

والتي تعنى زيت (Oil) نظرًا لاحتواء الزيوت النباتية

للإيضاح فقط ﴿ اللهُ

◄ تشتق الألكينات من الألكانات المقابلة لها بانتزاع ذرتى هيدروچين منها، وعلى هذا الأساس يقل كل مركب في هذه السلسلية عن الألكان المقابل له بعدد 2 ذرة هيدروچين مع استبدال الخاتمة (ان) في الألكان بالخاتمة (عين) في الألكين المقابل.

$$C_nH_{2n+2} \xrightarrow{-2H} C_nH_{2n}$$
 الكين ألكان

تطبيق

$$C_2H_6 \xrightarrow{-2H} C_2H_4$$
 ایشن

تسمية الثيوباك لمركبات الثاكيثات

يراعى مراجعة تسمية الألكانات، مراعاةً لعدم تكرار بعض النقاط الأساسية في تسمية جميع المركبات العضوية ثم تراعي الخطوات التالية

• تطبيق

الخطــوات

 $H_3C - CH_2$ $C = CH_2$ $CH_3 - CH_2 - CH_2$ $CH_3 - CH_2 - CH_2$

أطول سلسلة كربونية بها رابطة مزدوجة تحتوى على 5 ذرات كربون

السلسلة الأساسية في هذا المركب تسمى بنتين

ترقيم السلسلة الأساسية في هذا المركب 1- بنتين

موضع واسم التفرع في هذا المركب 2 – إيثيل .. اسم المركب : - ايثيل -1 – بنتين 2 – ايثيل -1 – بنتين

تحدید أطول سلسلة کربونیة تحتوی علی رابطة مزدوجة (=)

تسمية أطول سلسلة كربونية باسم البادئة المعبرة عن عدد ذرات الكربون، وتضاف الخاتمة (- ين) إلى نهاية السلمة الأساسية

ترقيم السلسلة الأساسية من الطرف الأقرب للرابطة المزدوجة (=)

تحديد موضع واسم التفرع

عند وجود أكثر من تفرع ترتب التفرعات أبجديًا حسب أسمائها اللاتينية (الإنجليزية مجازًا) دون التقيد بالترتيب الرقمى لها على ذرات كربون السلسلة الأساسية الخطوة الأولى

الخطوة الثالية

الخطوة الثالثة

الخطوة الرابعة

الخطوة الخامسة

• تطبیق

3- ميثيل -4- إيثيل -3- مبتين تسمية خطا ★ 4- إيثيل -3- ميثيل -3- مبتين تسمية صواب →

مثال ۞

اكتب تسمية الأيوباك لكل من المركبات المعبر عنها بالصيغ البنائية التالية:

$$H_3C$$
 $C = C$
 H_3
 C

$$CH_2 = CH - CH - CH_2 - CH_3$$

 $CH_3 - CH_2 - CH_2$

$$C_{12}H_{5}$$
 $CH_{2}=CH-CH-CH_{3}$

يتم رسم الصيغة البنائية في الصورة الآتية لتسهيل تحديد السلسلة الأساسية:

$$CH_3 - C = CH - CH_3$$
 CH_3
 CH_3

$$\begin{array}{c}
CH_2 = CH - CH - C_2H_5 \\
CH_3 - CH_2 - CH_2 \\
6 & 5
\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\
\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\
1 & 2 & 3
\end{array}$$

(٢)

(١)

اكتب تسمية الأيوباك لكل من الصيغ البنائية المكثفة التالية :

فكرة الحل

تعتمد على تحويل الصيغة البنائية المكثفة إلى صيغة بنائية تتضح فيها الروابط التساهمية.

(1)

(Y)

1- مكسين

5- كلودو -3- ميثيل -1- هكسين

XFY

🕝 رالش

ارسم الصيغة البنائية لمركب 2- ميثيل -3- هكسين.

الخطوة الأولى

الخطوة

اللانية

نعتب فكرة الحل على مهارة تحليل اسم المركب كما يتضع من المخطط المقابل، ثم تحويل ما تم استنباطه إلى رسم الصيغة البنائية من خلال عدة خطوات كالتالي:

اطول سلسلة كربولية (Bultudo Kiultarb) تحتوم على 6 درات كربون

2- مشل-3 - مكسين

ترتبط ذرة الكربون اقم 3 مـــع درة الكربــون رقم 4 برابطة مزدوجة

تتفرع مجموعة مبثيل من ذرة الكربون رانم 2

خطوات الحل

رسم سلسلة تتكون من 6 ذرات كربون مع ترقيمها من أحد الطرفين

رسم رابطة مزدوجة بين ذرتى الكربون 3، 4 وروابط أحادية بين باقى ذرات الكربون

إضافة مجموعة ميثيل على ذرة الكربون رقم 2 الخطوة वंगपा

إضافة ذرات هيدروچين إلى ذرات الكربون الخطوة ما يُكمل تكافؤها الرباعي النمانية

التطبيق

$$C - C - C = C - C - C$$

مثال 🔞

اكتب الصيغة البنائية والصيغة الجزيئية للمركب 4- بروبيل -2- هبتين.

الصيغة الجزيئية: ٢٠١٥ م

التاكد من صحة الإجابة يتم التعويض عن قيمة n بالمقدار 10 $\mathrm{C_nH}_{2n}$: في القانون العام للألكينات

 $C_{10}H_{(2\times10)} \longrightarrow C_{10}H_{20}$

مثال 🕠

اكتب الصيغ البنائية للمركبات التالية، موضحًا وجه الاعتراض على هذه التسمية،

ثم اكتب الاسم الصحيح لكل منها تبعًا لنظام الأيوباك:

الحـــل

التسمية الصحيحة	وجه الاعتراض على التسمية	الصيغة البنائية للمركب
3- برومو -1- بيوتين	الترقيم لم يبدأ من الطرف الأقرب للرابطة المزدوجة	$ \begin{array}{ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
3- برومو -2- میثیل -1- هکسین	الترقيم لم يبدأ من الترتيب الأبجدى الصحيح لبدايات أسماء التفرعات	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$

مثيال ٦

هيدروكربون أليفاتي غير مشبع كتلته المولية g/mol ويحتوى المول منه على g 48 كربون: [C = 12. H = 1]

- (١) استنتتج الصيغة الجزيئية لهذا الهيدروكربون.
- (٢) اكتب الصبيغ البنائية لاثنين من أيزومرات هذا المركب.

الحسل

$$8 g = 48 - 56 = 38$$
 (۱) كتلة الهيدروچين

$$8 \text{ mol} = \frac{8}{1} = 4 \text{ Mol}$$
 عدد مولات ذرات H في المركب = $\frac{48}{12} = 4 \text{ mol}$ عدد مولات ذرات المحب

$$C_4H_8$$
 الصيغة الجزيئية للمركب.

(7)



اختبر نفسك بكتابة الصيغ البنانية لأيزومرى المركب

ن اليم

 $\{C = 12, H = 1\}$

ألكن متفرع كتلته المولية 70 g/mol :

- (١) استنتج الصيغة الجزيئية لهذا الألكين.
- (٢) اكتب تسمية الأيوباك لاثنين من أيزومرات هذا الألكين.

الحسا

- (۱) : الصيغة العامة للألكينات هي : CnH2n
- $\therefore 12n + 2n = 70$

 \therefore n = 5

 C_5H_{10} حصيغة الجزيئية لهذا الألكين : $C_5H_{(2\times 5)}$: الصيغة الجزيئية لهذا الألكين : C_5H_{10}

(7)

اختبر نفسك بكتابة صعية الأيوماك لأيزومري الألكين

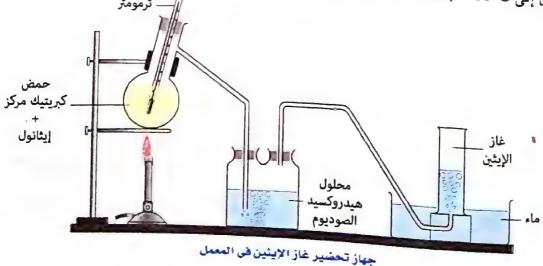
2- ميثيل -1- بيوتين

الدِيثين C,H, كمثال للألكينات

- بمثل الإيثين أول مركبات سلسلة الألكينات.
 - الاسم الشائع للإيثين هو الإيثيلين.

تحضير غاز الديثين فى المعمل

﴾ يُحضر غاز الإيدين في المعمل بنزع الماء من الكحول الإيثيلي (الإيثانول) بواسطة حمض الكبريتيك المركز الساخن إلى 180°C، **باستخدام جهاز كالمبين بالشكل** :



ويتم هذا التفاعل على خطوتين متتاليتين، هما:

الخطوة الأولى يتفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز الساخن مكونًا كبريتات الابليل الهيدروجينية.

$$C_2H_5HSO_4$$

الخطوة الثالية) تنحل كبريتات الإيثيل الهيدروچينية بالحرارة (180°C) مكونة الليثين.

$$C_2H_5HSO_4$$

$$H_2SO_4$$

ويجمع معاداتي الخطوتين نحصل على معادلة تحضير غاز الإيثين.

$$C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow{conc H_2SO_4} C_2H_{4(g)} + H_2O_{(v)}$$
 بخار ماء إيثانول

يراعى عند تحضير غاز الإيثين في المعمل ما يلي : أ

يمرر أولًا على محلول هيدروكسيد صوديوم، التخلص من أثار أبخرة حمض الكبريتيك المتصاعدة مع غاز الإيثين.

يجمع غاز الإيثين قوق سطح الماء (بإزاحة الماء لأسفل)، لأن كثافة غاز الإيثين أقل من كثافة الماء ولا يذوب فيه.

الخواص العامة للألكينات

تتناول الخواص العامة للألكينات كل من:



أولا الخواص الفيزيائية للثلثيثات

الحالة الفيزيائية : تتواجد الألكينات في حالات المادة الثلاث، كما يتضح من الجدول التالي :

الألكينات الفازية

الألكينات التي تحتوي من 2 : 4 ذرة كربون

الألكينات السائلة

الألكينات التي تحتوي من 5 : 15 ذرة كربون

الألكينات الصلبة

الألكينات التي تحتوى على أكثر من 15 ذرة كربون

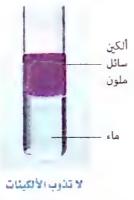
ألكين ملون

مذاب في رابع كلوريد الكربون

🜃 الذوبان : الألكينات مواد غير قطبية

لاتذوب في المذبيات القطيبة كالمياء، ولكنها تذوب في المذسات العضوسة، مثل :

- الإشر.
- البنزين العطري.
- رابع كلوريد الكربون.



في المذيبات القطبية في المذيبات العضودة

تذوب الألكينات

تُالِياً الحواص الكيميائية للذلكينات

• تعتبر الألكينات اكثر نشاطًا من الألكانات، لأن الألكينات تحتوى على روابط ثنائية تتكون من رابطة سيجما (٥) قوية صعبة الكسر ورابطة باي (π) ضعيفة سهلة الكسر، بينما الألكانات تحتوي على روابط أحادية جميعها من النوع سيجما (σ) القوية صعبة الكسر.

تفاعلات الألكينات



الامتحان كيمياء - شرح / ٣ ث (م: ٣٥)

الثلكيئات احتراق الثلكيئات

◄ تحترق (تشتعل) الالكينات في الهواء من خلال تفاعل طارد الحرارة مكونة غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار ماء.

$$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + Energy$$
 بخار ماء ثانی اکسید الکربون کی الکربون

مثنال

يحترق 0.02 mol من الألكين X تمامًا في وفرة من غاز الأكسيجين لتكوين 0.896 L من غاز ثاني أكسيد الكربون (at STP) :

(۱) احسب عدد مولات غاز CO_2 الناتجة من احتراق $1 \, \mathrm{mol}$ من المركب (۱) (عدم عدد مولات غاز (۱)

(٢) ما عدد ذرات الكربون في الجزيء الواحد من المركب X ؟ (٣) ما الصيغة الجزيئية للألكين X ؟

الحــــل

$$X + O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + H_2O$$
0.02 mol
0.896 L
1 mol
? L

 $44.8~\mathrm{L} = \frac{0.896}{0.02} = \mathrm{X}$ من الألكين 1 mol من المتابع من احتراق CO من المتابع عند مولات غاز $\frac{44.8}{22.4} = \frac{44.8}{22.4} = \frac{44.8}{22.4}$

- ${
 m CO}_2$ من غاز 2 mol من الألكين يحترق مكونًا $1~{
 m mol}$ من غاز $1~{
 m mol}$.. جزىء الألكين يحتوى على ذرتى كربون.
- 2=n : راصيغة العامة للألكينات C_nH_{2n} : الصيغة العامة للألكين : $C_2H_4 \Leftarrow C_2H_{(2\times 2)}$: الصيغة الجزيئية للألكين : $C_2H_4 \Leftrightarrow C_2H_{(2\times 2)}$

تفاعلات الإضافة

- ▼ تفاعلات الإضافة يقصد بها إضافة ذرات أو مجموعات ذرية إلى ذرتى كربون متجاورتين ومرتبطتين معًا برابطة غير مشبعة (ثنائية أو ثلاثية) لتحويلها إلى مركبات مشبعة.
 - تتويز الألكينات بقدرتها على الدخول في تفاعلات إضافة مكونة مركبات مشبعة (ألكانات أو مشتقاتها)، السهولة كسر الرابطة باي مع بقاء الرابطة سيجما فقط، لذا تتكون مركبات مشبعة.

تفاعلات الألكينات بالإضافة

تفاعلات إضافة تفاعلات إضافة (X₂) الهالوچينات (XX)

تفاعلات إضافة الماء (HOH)

، تفاعلات إضافة الهيدروچين (H₂) إلى الألكينات (الهدرجة الحفزية)

تُعرف تفاعلات إضافة الهيدروچين إلى الألكينات باسم تفاعلات الهدرجة.

تتم تفاعــلات **صدرجــة** الألكينــات **في وجــود** عوامل حفازة مثل (النيكل المجزأ أو البلاتين المجزأ) مع التسخين مكونة الألكانات المقابلة.

$$C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \xrightarrow{\text{Pt or Ni}} C_2H_{6(g)}$$
 ایثین

بلزم 1 mol من جزيئات الهيدروچين لكسر كل 1 mol من الرابطة باي (π) في الألكين لتحويله إلى مركب مشبع.

• تطبيق

يلزم mol من جزيئات الهيدروچين لتحويل 1 mol من الألكين المقابل إلى مركب مشبع، لأن كل 1 mol من هذا الألكين يحتوى على 2 mol من الرابطة باى (π) .

$$CH_3$$

 $H_2C = C - CH = CH_2$

CH,CHCHCH,

أ روابط سيجما (C = H).

الركب المقابل من الألكينات:

(o) ما عدد الروابط باى (π) والروابط سيجما في الجزيء الواحد من هذا المركب ؟

(٢) ما عدد مولات جزيئات الهيدروچين اللازمة لتحويل mol من هذا المركب إلى مركب مشبع ؟

المركب يحتوى على:

• (C == C) ووابط سيجما

• ² رابطة باي (C - C). ٠٠ الجزىء من هذا المركب يحتوى على 2 وابطة 16 و الوابط 6

 (π) من هذا المركب يحتوى على $2 \bmod 2$ من الروابط باى (π) .

ن يلزم mol أي من جزيئات الهيدروچين لتحويل mol من هذا المركب غير المشبع إلى مركب مشبع.

﴿ لَكُنِينَاتُ (الهَلْجِنَةُ الهَالُوچِينَاتُ (X₂) إلى الألكيناتُ (الهَلْجِنَةُ بِالْبِضَافَةُ)



إستفاد من تفاعل الملجنة في الكشف عن الألكينات كما يتضح فيما يلى :



يزول لون ماء البروم تدريجيًا عند إمرار غاز الإيثين فيه

◄ عند إمرار غاز الإيثين في ماء البروم (البروم المذاب في رابع كلوريد الكربون) يزول لون ماء البروم الأحمر،
 لاستهلاك البروم في كسر الرابطة الثنائية في الإيثين مكونًا مركب 1، 2- ثنائي بروموإيثان عديم اللون.

$$H_2C = CH_{2(g)} + Br_{2(l)} \xrightarrow{CCl_4} BrCH_2 - CH_2Br_{(l)}$$

ایشین
الیون)

🗐 قدّ ان

- تفاعل هلجنة الألكينات بالإضافة لا يحتاج إلى أشعة فوق بنفسجية (UV).
- تفاعل هلجنة الألكانات بالاستبدال يعتاج إلى أشعة فوق بنفسجية (UV).

وثيال

هل يزول لون 0.2 g من ماء البروم الأحمر - تمامًا - عند إمرار 22.4 mL من غاز الإيثين فيه (at STP) ؟ مع تعليل إجابتك بالحسابات الكيميائية.

 $[Br_2 = 160 \text{ g/mol}]$

الحـــل

$$C_2H_4 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} C_2H_4Br_2$$
 $C_2H_4 \Rightarrow Br_2 \Rightarrow Br_2$
1 mol
22.4 L/mol
160 g/mol
20.0224 L
2 g

0.16 g = $\frac{0.0224 \times 160}{22.4} = \frac{0.0224 \times 160}{22.4}$

 $0.04 \ \mathrm{g} = 0.16 - 0.2 = 3$ منه بدون تفاعل مقدارها $0.04 \ \mathrm{g} = 0.16$

اكتب المعادلة الرمزية الدالة على كلورة البروبين.

اداء ذاتي

الشكل المقابل يوضح أنبوبتان بهما عينتين من سائلين (X) ، (Y) مضاف إليهما قطرات من ماء البروم، أيًا من السائلين يمثل هكسان وأيهما يمثل المكسين ؟ مع التفسير.



وَ تَفَاعَلَاتَ إِضَافَةَ هَالِيدَاتَ الهِيدَرُوچِينَ (الأَحَمَاضُ الهَالُوچِينَيَةُ HX) إلى الأَلكينات (الأَ

بتفاعل الألكينات مع هاليدات الهيدروچين وهي مركبات غير متماثلة، حيث تنكسر الرابطة باي (π) وتتصل ذرة الهيدروچين بإحدى ذرتى كربون الرابطة باي وذرة الهالوچين بذرة الكربون الأخرى، لبتكن هاليد الألكيل المقابل وتتوقف نواتج الإضافة على نوع الألكين المستخدم (متماثل أم غير متماثل).

الألكينات المتماثلة الألكينات غير المتماثلة

هى ألكينات توجد الرابطة المزدوجة فيها بين ذرتى كربون مرتبطتين بنفس العدد من ذرات الهيدروچين

هى ألكينات توجد الرابطة المزدوجة فيها بين ذرتى كربون مرتبطتين بعدد غير متساوٍ من ذرات الهيدروچين

<u>إضافة هاليدات الهيدروچين الى الثلكينات المتماثلة</u>

و عند إضافة هاليد هيدروچين (H^+X^-) إلى الكين متماثل، فإن إحدى ذرتى الكربون في الرابطة (C=C)تستقبل ذرة هيدروچين (H) في حين تستقبل ذرة الكربون الأخرى ذرة الهالوچين (X) لتكوين هاليد الألكيل (هالوالألكان) المقابل.

• تطبيق إ تفاعل الإيثين مع بروميد الهيدروچين (HBr).

$$H \setminus C = C \setminus H + HBr(g) + HBr(g)$$
 $H \cap C = C \cap H(f)$
 $H \cap C \cap C \cap H(f)$
 $H \cap Br$
 $H \cap C \cap C \cap H(f)$
 $H \cap Br$
 $H \cap C \cap C \cap H(f)$
 $H \cap Br$
 $H \cap Br$

إضافة هاليدات الهيدروچين إلى النَّاكينات غير المتماثلة ۗ

 ◄ عند إضافة هاليد هيدروچين إلى الكين غير متماثل، فإن التفاعل يتم بناء على قاعدة تُعرف باسم فاعدة ماركونيكوف وهي تنص على أنه عند إضافة متفاعل غير متماثل ($H^+ = OSO_3 H^-$ ، $H^+ X^-$) إلى ألكين غير متماثل ، فإن الشق الموجب من المتفاعل يضاف إلى ذرة الكربون المرتبطة بالعدد الأكبر من ذرات الهيدروچين في حين يضاف الشق السالب من المتفاعل إلى ذرة الكربون المرتبطة بالعدد الأقل من ذرات الهيدروچين.

• تطبيق ! تفاعل البروبين مع بروميد الهيدروچين.

تبعًا لقاعدة ماركونيكوف، عند إضافة متفاعل غير متماثل (HBr) إلى ألكين غير متماثل (بروبين)، فإن أيون الهندروجيين +H (الشق الموجب) يضاف إلى ذرة الكربون المرتبطة بالعدد الأكبر من ذرات الهيدروچين، في حين يُضاف أيون البروميد -Br (الشق السالب) إلى ذرة الكربون المرتبطة بالعدد الأقل من ذرات الهيدروچين فىتكون 2- بروموبروبان.

اكتب معادلة تفاعل يوديد الهيدروچين مع مركب 1- بيوتين، مع تسمية المركب الناتج تبعًا لنظام الأيوباك.	أداء ذاتى
***************************************	*****************
Service Control of the Control of th	

8

إضافة الماء (HOH) إلى الألكينات (الهيدرة الحفزية)

، أهرف تفاعلات إضافة الماء إلى الألكينات في وجود حميض الكبريتيك المركز كعاميل حفاز لتكوين الكحول المابل المركز كعاميل حفاز لتكوين الكحول المابل المرعدة الحفرية للألكينات.

و تطبيق إلى المنافي الماء (النيدرة الحفزية للإيثيرا)

$$C_2H_{4(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5OH_{(aq)}$$
 إيثانول

بستندم حمض الكبريتيك الكركر كعامل حفاز في تفاعلات هيدرة الاينين. لأن الماء إلكتروليت ضعيف، وبالتالي نإن تركيز أيونات الهيدروچين (H) الناتجة عن تأينه يكون ضعيف وغير كافي لكسر الرابطة باي (π) بين نرتي الكربون، ولتوفير أيونات H (زيادة تركيزها في وسط التفاعل) يلزم أن يتم التفاعل في وجود عامل مساعد مثل حمض الكبريتيك المركز (أي في وسط حامضي).

م الخطوة الأولى يتفاعل الإيثين مع حمض الكبريتيك المركز عند 80°C مكونًا كبريتات الإيثيل الهيدروچينية.

$$H \ C = C \ H \ H = 0 - SO_2H \ (aq)$$
 $H \ H \ H \ H - C - C - C - SO_2H \ (aq)$
 $H \ H \ H \ H$

کبریتات إیشیل هیدروچینیة میدروچینیة

الخطوة الثانية تتحلل كبريتات الإيثيل الهيدروچينية مائيًا عند 110°C مكونة الإيثانول.

﴾ وبجمع معادلتي الخطوتين نحصل على معادلة الهيدرة الحفزية للإيثين.

$$H \subset C = C \setminus H + H - OH_{(I)} \xrightarrow{H_2SO_4} H - C - C - OH_{(aq)}$$

المثانول المثانول

عذاتي	أدا
عدائي ل كبريتات الإيثيل الهيدروچينية في تفاعلات انحلال حراري و تفاعلات تحلل مائي، 	تدخا
ر بين زماته التفاعلين، مع كتابة المعادلة الكيميائية المعبرة عن تلف	12
The state of the s	*****
	111111

اكتب المعادلة الرمزية الدالة على تفاعل الهيدرة الحفزية لكل من:

(۲) 1- بيوتين.

مع تفسير مدى خضوع التفاعلين لقاعدة ماركونيكوف.

$$H_{3}C - C = C - CH_{3} + H - OH \xrightarrow{H_{2}SO_{4}} H_{3}C - C - C - C - CH_{3}$$
 $H_{3}C - C = C - CH_{3} + H - OH$

(1)

لا يخضع هذا التفاعل لقاعدة ماركونيكوف / لأن مركب 2- بيوتين من الألكينات المتماثلة.

يخضع هذا التفاعل لقاعدة ماركونيكوف / لأن مركب 1- بيوتين من الألكينات غير المتماثلة.

أأكسدة الأكسدة

، تتاكسد الألكينات بالعوامل المؤكسدة، مثل :

- فوق أكسيد الهيدروچين وH2O
- برمنجنات البوتاسيوم القلوية البنفسجية KMnO₄ مكونة مركبات ثنائية الهيدروكسيل تعرف باسم الحلابكولات



ترتبط ذرتي الكربون في الإيثيلين جليكول بمجموعتي هيدروكسيل

• تطبيق إ تفاعل باير.

◄ عند إمرار غاز الإيثين في محلول برمنجنات البوتاسيوم - في وسيط قلوى - وفي درجة حرارة الغرفة،
 يزول لون برمنجنات البوتاسيوم البنفسجي ويتكون مركب الإيثيلين جليكول.

$$H$$
 $C = C$ H $H_2O + [O]$ $KMnO_4$ $CH_2 - OH$ $CH_2 - OH$

﴾ ويُعرف هذا التفاعل بتفاعل باير، وهو تفاعل الألكينات مع محلول برمنجنات البوتاسيوم في وسط قلوى للكشف عن وجود الرابطة المندوجة بزوال لون البرمنجنات البنفسجي.

أداء ذاتي 🕦

وضح بالمعادلات الرمزية الموزونة:

ئى الهيدروكسيل من كحول أحادى الهيدروكسيل (الإيثانول) ؟	(١) كيف يمكنك الحصول على كحول ثناة

(y) ما مصدر الأكسيين [O] المستخدم في تفاعل باير ؟

ملحوظة

يعتبر كل من <mark>تفاعل باير و تفاعل الهلجنة بالبروم من الاختبارات الهامة</mark> للكشف عن وجود <mark>الرابطة المزدوجة</mark>

		. 1
1	ذاتي	اذاء

كيف يمكنك التمييز بين غازى الإيثان و الإيثين بطريقتين مختلفتين ؟

*

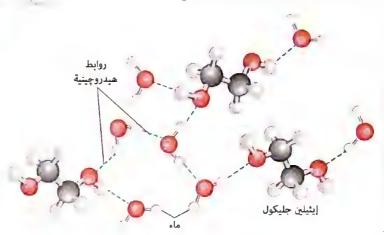
.....

عنر تسخين الألكينات مع برمنجنات البوتاسيوم في وسط حامضي تتكون كيتونات أو أحماض كربوكسيلية

الامتحان كيمياء - شرح / ٣ ث (٢: ٢٦) ١٨٨

2)

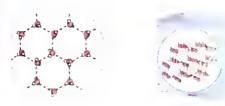
◄ الليثيليان جليكول هو المادة الأساسية المائعة لتجمد المياه في مبردات السيارات، لأنه يكون روابط هيدروچينية مع جزيئات الماء، فيمنع تجمع جزيئات الماء مع بعضها على هيئة بالورات ثلج.



ارتباط الإيثيلين جليكول مع الماء بروابط هيدروجينية بمنع تجمد الماء



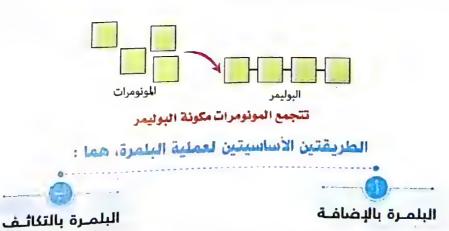
يضاف الايثيلين جليكول إلى مبردات السيارات في المناطق الباردة لمنع تجمد المياد في المبردات



ارتباط جزيئات الماء ببعضها بروابط هيدروچينية في بللورات الثلج (بللورات سداسية الشكل)

Polymerization تفاعلات التلمرة

- ◄ بوليمر (Polymeros) كلمة يونانية معناها عديد الوحدات
 (Polymeros) تعنى عديد ، mero تعنى وحدة).
- ◄ تعتبر عملية البلمرة من التفاعلات الكيميائية الهامة التي فتحت الباب على مصراعيه لتحضير العديد من المنتجات
 التي ساهمت في ازدهار الحضارة.
 - ▼ تعرف عملية تجمع عدد كبير من جزيئات مركبات بسيطة (مونومرات) يتراوح عددها من 10² : 10⁶ جزىء لتكوين جزىء كبير عملاق ذو كتلة مولية كبيرة (بوليمر) بعملية البلمرة.
 - ♦ ويعرف الجزيء الكبير جدًا الناتج عن عملية البلمرة بالبوليمر.
 - والجزيء الأولى الصغير المستخدم في تحضير البوليمرات بالمونومر.



(B)

البلمرة بالإضافة Addition polymerization

🛦 ል عملية إضافة أعداد كبيرة جدًا من جزيئات مركب غير مشبع (مونومر) إلى بعضها لتكوين جزىء مشبع كبير جدًا (بوليمر).

تتميز الألكينات بقدرتها على تكوين بوليمرات بالإضافة.

نعند تسخين الإيشين تحت ضغط مرتفع (حوالي 1000)
 نى وجود فوق الأكاسيد - كمواد بادئة للتفاعل بتكون البولى إيثيلين.

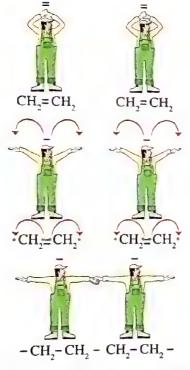
الكتلة المولية للإيثين 28 g/mol الكتلة المولية للبولى إيثيلين g/mol و30000 g/mol

تفسير عملية بلمرة الإيثين بالإضافة

عند تسخين الإيثين تحت ضغط مرتفع تنكسر الرابطة بای (π) ويتحرر إلكتروني هذه الرابطة، ليصبح لكل ذرة كربون إلكترون حر.

ترتبط كل ذرتى كربون مع بعضهما عن طريق الإلكترونين الحرين برابطة تساهمية أحادية.

تستمر هذه العملية لتكوين سلاسل طويلة من جزيئات البوليمر.



كاريكاتير يوضح مفهوم البلمرة بالإضافة

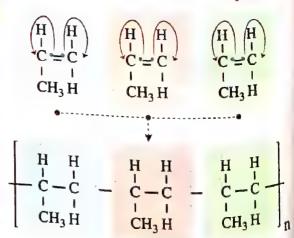
وثيال

ارسم الصيغة البنائية لثلاث وحدات متكررة من ناتج بلمرة البروبين.

J____

ملحوظة

- * البوليمر المتكون بطريقة الإضافة :
- يتفق مع المونومر المكون له،
 من حيث : كتل كل من المواد المستخدمة المواد الناتجة الصيفة الأولية.
- يختلف مع المونومر المكون له، مــن حيث : الكتلة المولية – درجة الغليان – الكثافة – الصيغة الجزيئية.



بوليمرات الذلكينات و مشتقاتها المتكونة بطريقة البضافة

▶ الجدول التالي يوضح مونومرات الألكينات ومشتقاتها والبوليمرات الناتجة عنها بالإضافة وأهم خواصها واستخداماتها :

				J- 0 05 .
F\	H \ C = C \ Cl \ كلوروإيثين (كلوريد ڤاينيل)	H \ C = C \ H \ CH ₃ بروبلین (بروبین)	H \	المولومر
ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا	ال ا	ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا	ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا	البوليمر
تفلون	بولی کلورید ڤاینیل (PVC)	بولی بروبلین (PP)	بولی إیثیلین (PE)	الاسم التجارى
 پ يتحمل الحرارة. غير قابل للالتصاق. عازل للكهرباء. خامل. 	* لين. * قوى.	* صلب. * قوى.	* لين. * لا يتأثر بالمواد الكيميائية.	خواص البوليمر
* الخيوط الجراحية. * تبطين أوانى الطهى (التيفال).	* مواسير الصرف الصحى والرى. * الأحذية. * خراطيم المياه. * چراكن الزيوت المعدنية. * عوازل الأرضيات.	* السجاد. * المعلبات. * الشكائر البلاستيك.	* الخراطيم. * الزجاجات البلاستيك. * الرقائق والأكياس البلاستيك.	
		E.		استخدامات البوليمر

رقائق بلاستيك



إناء طهى مطلى بمادة التيفال

عوازل الأرضيات



شكائر بلاستيك

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

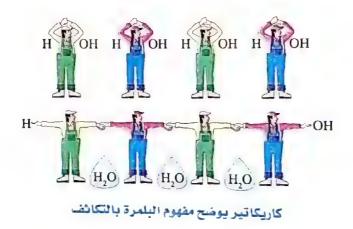
ملحوظة

مجموعة القاينيل

عبارة عن مجموعة (شق) تنشأ عن نزع ذرة هيدروچين من الإيثين

البلمرة بالتكاثف

مى عملية تكاثف (ارتباط مع فقد جزىء بسيط مثل الماء) تتم بين مونومرين مختلفين -غالبًا- لتكوين بوليمر مشترك يمثل
 الوحدة الأولى التى تستمر بها عملية البلمرة.



• سوف يتم استعراض عمليات البلمرة بالتكاثف في الدرس الحادي عشر من رَّج عشر من رَّج صفحة (٢٥٦).

الدرس الخامس

سلسلة الألكاينات

الألكاينات هي هيدروكربونات أليفاتية غير مشبعة مفتوحة السلسلة، يوجد بين ذرات الكربون في جزيئاتها رابطة ثلاثية واحدة على الأقل.

تسمى سلسلة الألكاينات باسم الاسيقيلينات، لأن أول مركب في هذه المجموعة هو الإيثابن واسمه الشائع الأسيتيلين.

الألكاينات سلسلة متجانسة قانونها العام:

$$C_n H_{2n-2} \qquad (n > 1)$$

وعلى هذا الأساس يقل كل مركب في هذه السلسلة عن الألكان المقابل له بعدد للذرات هيدروچين منها، وعلى هذا الأساس الفات من الألكان بالخاتمة (السلسلة عن الألكان المقابل له بعدد القابل.

$$C_nH_{2n+2} \xrightarrow{-4H} C_nH_{2n-2}$$
 الكان

و تطبيـق

تسمية الأيوباك لمركبات الذلكاينات

يراعى مراجعة تسمية الألكانات، مراعاةً لعدم تكرار بعض النقاط الأساسية في تسمية جميع المركبات العضوية، ثم تراعى الخطوات التالية

• تطبيق 🛈

الخطـــوات

 $CH_3 - CH - C = CH$ $CH_3 - CH_2 - CH_2$

أطول سلسلة كربونية بها رابطة ثلاثية تحتوى على 6 ذرات كربون

السلسلة الأساسية في هذا المركب تسمى هكساين

ترقيم السلسلة الأساسية في هذا المركب ا- مكسابن

موضع واسم التفرع فى هذا المركب 3- ميثيل ∴ اسم المركب: 3- ميثيل -1- هكساين

• تطبيـق 🕕

1- كاورو -4- برومو -2- بنتاين تسمية خطا × 4- برومو -1- كاورو -2- بنتاين تسمية صواب ✓ تحدید أطول سلسلة كربونیة تحتوى على رابطة ثلاثیة (=)

تسمية أطول سلسلة كربونية باسم البادئة المعبرة عن عدد ذرات الكربون، وتضاف الخاتمة (- اين) إلى نهاية اسم السلسلة الأساسية

ترقيم السلسلة الأساسية من الطرف الأقرب إلى الرابطة الثلاثية (=)

تحديد موضع واسم التفرع

عند وجود أكثر من تفرع ترتب التفرعات أبجديًا حسب أسمائها اللاتينية (الإنجليزية مجازًا) دون التقيد بالترتيب الرقمى لها على ذرات كربون السلسلة الأساسية الخطوة الأولى

الخطوة الثانية

الخطوة الثالثة

الخطوة الرابعة

الخطوة الخامسة

اكتب تسمية الأيوباك لكل من المركبات المعبر عنها بالصيغ البنائية التالية :

$$CH \equiv C - CH - CH_2 - CH_3$$

$$CH_3 - CH_2 - CH_2$$

$$(Y)$$

$$C_{12}H_{5}$$

$$CH \equiv C - CH - CH_{3}$$
(1)

فكرة الحل

يتم رسم الصيغة البنائية في الصورة الآتية لتسهيل تحديد السلسلة الأساسية :

(Y)

$$\begin{array}{c}
CH \equiv C - CH - C_2H_5 \\
CH_3 - CH_2 - CH_2
\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
CH_2 - CH_3 \\
CH \equiv C - CH - CH_3
\end{array}$$
(1)

(r) 3- إيثيل -1- **مكساي**ن

مثيال 🛈

اكتب تسمية الأيوباك لكل من الصيغ البنائية المكثفة التالية:

$$CH_3(CH_2)_2CCCH_3$$
 (1)

فكرة الحل

تعتمد على تحويل الصيغة البنائية المكثفة إلى صيغة بنائية تتضح فيها الروابط التساهمية.

(٢)

أطول سلسلة كربونية (السلسلة الأساسية) تحتوى على 6 ذرات كربون

ارسم الصيغة البنائية لمركب 2،2- ثنائي ميثيل -3- هكساين.

2،2- ثنائب مشل -3- مكساين

ترتبط ذرة الكربون رقم 3 مـــع ذرة الكربــون رقم 4 برابطة ثلاثية

تتفرع مجموعتات مشل من ذرة الكربون رقم 2

تعتمد فكرة الحل على مهارة تحليل اسم المركب كما يتضح من المخطط المقابل، شم تحويل ما تم استنباطه إلى رسم الصيغة البنائية من خلال عدة خطوات كالتالى :

التطبيق	خطوات الحل
C C C C C C C 1 2 3 4 5 6	سلسلة تتكون من 6 ذرات كربون مع ترقيمها من أحد الطرفين
C - C - C = C = C - C $1 - 2 - 3 = C - C - C$ $5 - 6$	بطة ثلاثية بين ذرق الكربون 3 ، 4 ل أحادية بين باقى ذرات الكربون
C + C + C = C + C + C + C + C + C + C +	موعتى <mark>ميثيل</mark> على ذرة الكربون رقم 2
H CH ₃ H H H - C - C - C = C - C - C - H H CH ₃ H H	ذرات هيدروچين إلى ذرات الكربون عا يُكمل تكافؤها الرباعي

رسم سلسلة تتكون من 6 ذرات كربون مع ترقيمها من أحد الطرفين	الخطوة الأولى
رسم رابطة ثلاثية بين ذرتى الكربون 3 ، 4 وروابط أحادية بين باقى ذرات الكربون	الخطوة
إضافة مجموعتى ميثيل على ذرة الكربون رقم 2	الخطوة الثالثة

إضافة ذرات هيدروچين إلى ذرات

مثال 🔞

الخطوة

النمائية

اكتب الصيغة البنائية والصيغة الجزيئية للمركب 3، 4- ثنائي إيثيل -1- هبتاين.

الصيغة الجزيئية: الجزيئية

للتاكد من صحة الإجابة يتم التعويض عن قيمة n بالمقدار 11

 $C_{n}H_{2n-2}:$ فى القانون العام للألكاينات $C_{11}H_{(2\times11)-2} \longrightarrow C_{11}H_{20}$

وثيال 🕖

ارسم الصيغة البنائية للمركب: 2- برومو -3- بيوتاين، موضعًا وجه الاعتراض على هذه التسمية، ثم اكتب الاسم الصحيح لهذا المركب تبعًا لنظام الأيوباك،

الحـــل

الصيغة البنائية للمركب وجه الاعتراض على التسمية الصحيحة

3- برومو -1- بيوتاين

[C = 12, H = 1]

الترقيم لم يبدأ من الطرف الأقرب للرابطة الثلاثية

وثيال 🛈

ألكاين كتلته المولية 54 g/mol :

- (١) استنتج الصيغة الجزيئية له.
- (٢) اكتب الصيغ البنائية المحتملة له.

الحـــل

 $C_nH_{2n-2}:$ الصيغة العامة للألكاينات هي : الصيغة العامة الألكاينات الصيغة العامة الألكاينات الصيغة العامة الم

$$\therefore 12n + 2n - 2 = 54$$

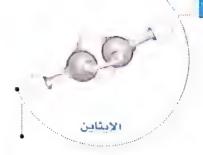
 \therefore n = 4

(Y)

 $H - C \equiv C - C - C - H$ H H H H

اختبر نفسك بكتابة الصيغة البنائية لأيزومر المركب

الإيثاين C₂H₂ كمثال للألكاينات



ب**عتبر الإيثاين أول مركبات سلسلة** الألكاينات.

الاسم الشائع للإيثاين هو الأسيتيلين.

تعضير غاز الإيثاين

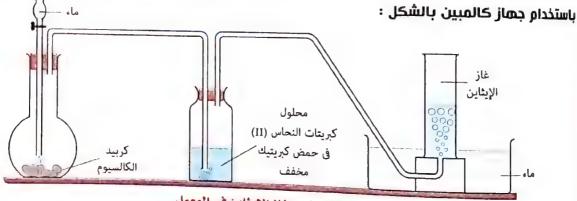
طريقتى تحضير غاز الإيثاين





تحضير غاز الإيثاين فى المعمل

﴾ يُدفر غاز الإيثاين في المعمل بتنقيط الماء (قطرة قطرة) على كربيد الكالسيوم باستخداه جهاز كالمبين بالشكل :



جهاز تحضير غاز الإيثاين في المعمل

$$C$$
 $H-O-H$
 Ca
 $C \equiv C_{(s)} + 2H_2O_{(l)}$
 $H-C \equiv C-H_{(g)} + Ca(OH)_{2(aq)}$
 $C \equiv C_{(s)}$

بعلا غاز الإيثاين قبل جمعه على محلول كبريتات النحاس (II) في حمض الكبريتيك المخفف، لإزالة فلا غازى الفوسفين (PH₃) وكبريتيد الهيدروچين (H₂S) الناتجين من الشوائب الموجودة في كربيد الكالسيوم. غازى الفوسفين (PH₃) وكبريتيد الهيدروچين (بإزاحة الماء لأسفل)، لأن كشافة غاز الإيشايين أقبل من يُبعع غاز الإيثايين فوق سطح الماء (بإزاحة الماء لأسفل)، لأن كشافة الماء ولا يذوب فيه.

تحضير غاز الإيثاين فى الصناعة

يُحضر غاز الإيثاين في الصناعة بتسخين الغاز الطبيعى المحتوى على نسبة عالية (93%) من غاز الميثان
 لدرجة حرارة مرتفعة (تصل إلى 1500°C) ثم التبريد السريع للناتج.

$$2CH_{4(g)}$$
 ميثان $C_2H_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ عيثان $C_2H_{2(g)}$

الخواص الكيميائية للإيثاين

من أهم أنواع التفاعلات الكيميانية التي يشترك فيها غاز الإيثاين:

تفاعلات الإضافـة

تفاعلات الاحتراق

المراق الدخراق

تتوقف نواتج احتراق غاز الإيثاين على كمية الأكسجين، كالتالى :

الدحتراق في كمية محدودة من الأكسچين (الهواء الجوي)

- ▶ يحترق غاز الإيثاين في الهواء الجوى بلهب مدخن،
- لأن كمية الأكسيين الموجودة في الهواء محدودة
- لا تكفى لاحتراق كل الكربون الموجود في الإيثاين.

$$2C_2H_{2(g)} + 3O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + 2C_{(s)}$$
 اکسچین الجوری



يحترق غاز الإيثاين في الهواء بلهب مدخن

_ (الدحتراق مَى ومَرة من غاز الأكسچين (الأكسچين النقي)

◄ يحترق غاز الإيثاين تمامًا في وفرة من غاز الأكسچين النقي
 في تفاعل طارد للحرارة.

$$2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} + 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + Heat$$
 اکسچین نقی

▶ يعطى تفاعل الاحتراق النام للإيثاين (الأسيتيلين)
 له ب تصلى درجة حرارت إلى 3000°
 يُعرف باسم لهب الأكسى أسيتيلين والذى يستخدم
 فى عمليات قطع ولحام المعادن.



يحترق غاز الإيثاين بالأكسجين النقى لتكوين لهب الأكسى أسيتيلين

/ भवं हमभूमा हैं।

له الله المستقلين في أغراض اللحام رغم أن حرارة احتراقه أقل من حرارة احتراق كل من الإيثان والإيثين؟ عند مولات الأكسجين اللازمة للتفاعل مع كل مركب منهم وكذلك عدد مولات الماء الناتجة عن عملية الاحتراق.

$$C_2H_{6(g)} + 3.5O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(v)}$$
 $\Delta H = -1560 \text{ kJ/moJ}$

$$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)}$$
 $\Delta H = -1387 \text{ kJ/mol}$

$$C_2H_{2(g)} + 2.5O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{2(g)} + H_2O_{(v)}$$
 $\Delta H = -1300 \text{ kJ/mol}$

نلاحظ أن كمية الحرارة اللازمة لتنشيط الأكسين في بداية التفاعل واللازمة لتبخر الماء الناتج من التفاعل تكون في حالة الأسيتيلين أقل مما في حالتي الإيثان والإيثين.

المناعلات الإضافة الإضافة

• الإيثابين مركب غير مشبع لذا فهو يتفاعل غالبًا بالإضافة – مثل غاز الإيثين – إلا أن تفاعلات الإضافة للإيثابين تقبع على مرحلتين، لأن جزىء الإيثابين يحتوى على رابطتين باى (π) بجانب الرابطة سيجما (σ) فتتحول الرابطة الثلاثية إلى رابطة ثنائية في المرحلة الأولى، ثم تتحول الرابطة الثنائية إلى رابطة أحادية في المرحلة الثانية.

تفاعلات الألكابنات بالإضافة



َ لَا يَثَايِنَ (الهدرجة الحفزية) [الى البِيثَايِنَ (الهدرجة الحفزية) -

- ◄ تعرف تفاعلات إضافة الهيدروچين إلى الألكاينات في وجود عوامل حفازة لتكوين الألكانات المقابلة بتفاعلات هدرجة الألكاينات.
 - بحتاج كل $1 \mod 1$ من الألكاين المحتوى على رابطة ثلاثية واحدة إلى $2 \mod 2$ من جزيئات الهيدروچين لكسر الروابط باى (π) الموجودة فيه لتحويله إلى مركب مشبع (الألكان المقابل).
 - تطبيق ل تفاعلات الهدرجة الحفزية للإيثاين في وجود النيكل المجزأ كعامل حفاز لتكوين الإيثان.

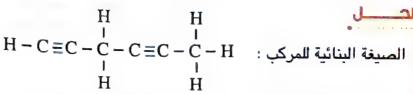
$$H - C \equiv C - H_{(g)} + H_{2(g)} \xrightarrow{N_i} \overset{H}{+} C = C \xrightarrow{H} \overset{+H_2}{+} \overset{H}{+} U \overset{H}{-} U \overset{H}{-} U \overset{H}{-} U \overset{H}{-} U \overset{H}{+} U \overset{H}{-} U \overset{H}{$$



HCCCH₂CCCH₃

إيثاين

ما عدد مولات الهيدروچين اللازمة لتحويل mol من المركب المقابل إلى مركب مشبع ؟



- نا للول من هذا المركب يحتوى على 4 mol من الرابطة باى (π) .
- .. يلزم 4 mol من جزيئات الهيدروچين لتحويل 1 mol من هذا الألكاين إلى مركب مشبع.

تفاعلات إضافة الهالوچينات (X₂) إلى الإيثاين (الهلجنة)

- ◄ يتفاعل الإيثاين مع الهالوچينات بشدة، ويكون التفاعل مصحوبًا بلهب (ضوء) عند التفاعل مع الكلور.
 ◄ يُستفاد من تفاعل ملجنة الألكاينات في الكشف عن عدم تشبعها، فعند إمرار غاز الإيثاين في ماء البروم

2.1- ثنائي بروموايثين

يتفاعل الميثان مع غاز الكلور في وجود الأشعة فوق البنفسجية (تفاعل استبدال)، ولا يتفاعل مع ماء البروم، بينما يتفاعل كل م<mark>ن الإيثين</mark> و <mark>الإيثاين</mark> مع ماء البروم (تفاعل إضافة)

فسر: لا يصلح البروم المذاب في رابع كلوريد الكربون في التمييز بين الإيثين و الإيثاين.
لأنه يتفاعل مع كل منهما بالإضافة مما يؤدي إلى زوال لون البروم الأحمر في الحالتين.

تفاعلات إضافة هاليدات الهيدروچين (الأحماض الهالوچينية HX) إلى الإيثاين

تتفاعــل هاليـدات الهيـدروچــين مثل بروميد الهيدروچين (متفاعل غير متماثل)
 مع الإيثاين على خطوتين، كالتالى:

الخطوة الأولى

لا تخضع لقاعدة ماركونيكوف، لأن الإيثاين من الألكاينات المتماثلة.

$$H-C \equiv C-H_{(g)}$$
 + $HBr_{(g)}$ - $H \subset C = C$ $Br_{(g)}$ (الكاين متماثل) ايثاين (الكاين متماثل)

397

व्यासी वृक्षमा

نخضع لقاعدة ماركونيكوف، لأن البروموإيثين مركب غير متماثل.

، ويمكن إجمال تفاعلي الخطوتين، كالتالي :

المارلات الرميية المنمنة كهية ال

أداء ذاتي

	بروموإيتان من الميتان.	على مركب ١،١- تنائى	روت حيفيه الخصول ا	يع بمعادات الرسرية المو	وه
	*******************************	**********************			***

*************	****************************				•••

نفاعُلات إضافة الماء (HOH) إلى الإيثاين (الهيدرة الحفزية) [

• بعرف تفاعل الإيثاين مع الماء بالإضافة في وجود عوامل حفازة (كبريتات زئبق (II) و حمض كبريتيك %40) عند درجة حرارة ℃60 لتكوين الإيثانال (الأسيتالدهيد) بالهيدرة الحفزية للإيثاين.

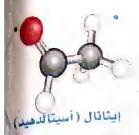
$$H-C \equiv C-H_{(g)}+H_2O_{(l)} \xrightarrow{H_2SO_4(40\%)} \begin{bmatrix} H_2O_4(40\%) & H_2O_4(40\%$$

प्रित्या केंद्रव 👀

المنا يعتبر مركب كحول القاينيل غير ثابت ويحدث له إعادة ترتيب جزيئى متحولًا إلى الأسيتالدهيد ؟ الأن زوجى الإلكترونات الحرة الموجودين على ذرة أكسچين مجموعة (OH) تتنافر مع إلكترونى الرابطة باى (π) الضعيفة الموجودة بين ذرتى الكربون٠

اتی	•	el	اد
الوا	•		

اكتب الصيغة البنائية لأيزومر المركب الناتج من الهيدرة الحفزية للإيثاين.



West and the second sec

- ومن أهم تفاعلات الألدهيدات تفاعلي :
- الاكسيدة و الاختيازال

تفاعلات أكسدة الألدهيدات

- تناكسد الألدهيدات بسمولة بواسطة العوامل المؤكسدة، مثل: برمنجنات البوتاسيوم المحمضة مكونة الاحماض الكربوكسيلية المقابلة.
 - تطبيق إ أكسدة الإيثانال إلى حمض الإيثانويك.

تفاعلات اختزال الألدهيدات

- تختزل الألدهيدات بواسطة العوامل المختزلة مكونة الكحولات الأولية المقابلة.
 - تطبيق إختزال الإيثانال إلى الإيثانول.

أداء ذاتى

على حمض الأسبتيك من كرير الكال	وضع بالمعادلات الرمزية الموزونة كيف يمكنك الحصول ع
يت سن حربيد الكالسيوم.	

الهيدروكربونات الحلقية







الهيدروكربونات الحلقية المشبعة

، تُعرف الهيدروكربونات المشبعة التي تحتوي جزيئاتها على ثلاث ذرات كربون على الأقل وتوجد في شكل حلقي $C_n H_{2n}$ باسم الألكانات الحلقية وصيغتها العامة

لا تصلح الصيغة الجزيئية في التقرقة بين الألكانات الحلقية و الألكينات الأليفاتية المقابلة لها،

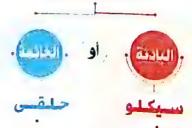
 C_nH_{2n} لأن لهما نفس الصيغة العامة

مع مراعاة أن :

قيمة 11 في الألكانات الحلقية لا تقل عن 3 في حين لا تقل في الألكينات الأليفاتية عن 2

لا تختلف تسمية الأيوباك للألكانات الحلقية عن مثيلاتها من الألكانات ذات السلسلة المستقيمة،

سوى في إضافـة :



اسم الألكان

◄ وفيما يلي عرض للأفراد الأربعة الأولى من سلسلة الألكانات الحلقية :

هکسان حلقی (سیکلوهکسان)	بنتان حلقی (سیکلوبنتان)	بیوتان حلقی (سیکلوبیوتان)	بروبان حلقی (سیکلوبروبان)	المركب الحلقى
		ما الشاء الك		اللموذج الجزيئي
C ₆ H ₁₂	C ₅ H ₁₀	C ₄ H ₈	C ₃ H ₆	الصيغة الجزينية
H H H H C C H H C C H H H C C H H H H	H H H C H H-C C-H H-C C-H H H	H H H-C-C-H H-C-C-H H H	H H C H C H C H H H	الجنائية البنائية
109.5° 109.5°	109.5° تقترب من تقترب من الألكانات غير الحلقية	109.5° 90° وية بين روابط الكربون ف	109.5° 60° مقدار الزاو	مقدار الزاوية بين روابط الكربون وبعضها (الزاوية الداخلية)
عکسان حلقی	بنتان حلقى ﴿	بيوتان حلقى	بروبان حلقى	الثبات النسبي
«ا <mark>ڪثر استقرازا»</mark>	«Jäimo»	«لشط»	«نشط جدًا»	اللشاط الكيميالي

النواص الكيميائية للثلكانات العلقية

تعتمد الخواص الكيميائية للألكانات الحلقية - إلى حد كبير - على مقدار الزاوية الداخلية فكلما قبل مقدار الزاوية بين روابط الكربون، كلما كان التداخل بين الأوربيتالات الذرية والارتباط بين ذرات الكربون ضعيفًا فيزداد النشاط الكيميائي، والعكس صحيح، _{كما} يتضح من التطبيقات التالية :

- البروبان الحلقى والبيوتان الحلقى يتميزان بالنشاط الكيميائي
- لصغر مقدار الزاوية الداخلية في كل منهما (في البروبان الحلقي 60°، وفي البيوتان الحلقي 90°)
 - البروبان الحلقى يكون مع الهواء خليط شديد الاحتراق

لصف مقدار الزاوية الداخلية فيه °60

ضعف التداخل بين الأوربيتالات وبالتالي وهو ما

يؤدي إلى

وبالتالي

ضعف الروابط بين ذرات الكربون مما يسهل كسرها

الزاوية بين

البروبان الحلقى نشط للغاية مقارنة بالبروبان العادى

4

0

روابط الكربون كلما لأن مقدار الزاوية الداخلية في البروبان الحلقى يساوى 60°، بينما مقدار الزاوية بين روابط الكربون في البروبان العادى يساوى °109.5 وكلما

كان التداخل بين الأوربيتالات الذرية (الارتباط بين ذرات قلت

الكربون) ضعيفًا مما تسهل كسرها البروبان الحلقى أقل ثباتًا نسبيًا من الهكسان الحلقي

لأن مقدار الزاوية الداخلية في البروبان الحلقي 60° أقل مما في الهكسان الحلقي °120

التداخل بين الأوربيتالات الذرية قويًا مكونًا

روابط سيجما (σ)

القوية صعبة الكسر

الهكسان الحلقى والبنتان الحلقى يتميزان بثبات واستقرار يقارب استقرار الهكسان والبنتان مستقيمي السلسلة

لأن مقدار الزاوية الداخلية في كل منهما يقترب من °109.5

أتي	5	E	دا	-
Carrie o	-	,	1 197	l

رتب المركبات الآتية تنازليًا حسب ثباتها النسبي (درجة استقرارها)، مع التفسير.

(٤)	~
101	(-



مثيال

اذكر تسمية الأبوباك للألكانات الطقبة التالبة :

- (۱): كلوروهكسان حلقي.
- (٣): 1- برومو -2- ميثيل بيوتان حلقي.
- (٢): 1،1- ثنائي ميثيل بروبان حلقي.
- (٤): 1- إيثيل -3- ميثيل بنتان حلقي.

ثانتا الهيدروكربونات الحلقية غير المشبعة

الهيدروكربونات الحلقية غير المشبعة لها عدة صور، سوف ندرس منها المركبات الأروماتية والتي أدرك العلماء منذ القرن التاسع عشر أنها تختلف عن المركبات الألىفاتية، وفيما يلى مقارئة بسيطة بينهما :

للإيضاح فقط 🗖 هيدروكربونات حلقية غير مشبعة

المركبات الأليفاتية

- ◄ تُشبتق من الأحماض الدهنية، لذا سميت ◄ تُشبتق من بعض الراتنجات وبعض المنتجات بالمركبات الألبقاتية (الدهنية).
- ◄ تتميز مركباتها باحتوائها على نسبة من الهيدروچين ◄ تتميز مركباتها باحتوائها على نسبة من الهيدروچين أكير مما في المركبات الأروماتية.
- ◄ الميثان هـو الغرد الأول في سلسلة ◄ البنزين العطرى هو الفرد الأول في سلسلة

المركبات الأروماتية

الطبيعية ولها روائح عطرية مميزة، لذا سُميت بالمركبات الأروماتية (العطرية).

أقل مما في المركبات الأليفاتية.

المركبات الأروماتية.

توابد الفركيات الأرومانية على هيئة :





ممرين CH



CHI





ونطلق العامة على الحارولي (وقود السيارات) اسم بيرين وهو يحلف بمامًا عن السرين العطابي





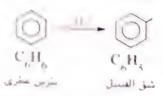


الحاروالس

متموعة (شق) الدريل (-Ar)

م الشق النائج عن برع ذرة هيدروجين من المركب الأروماني، ويرمر له بالرمز (-Ar).

• تطبيق! شق الفينيل Phenyl • تطبيق!



ا ملحوظة

يعبر عن الصيغة البنانية للبنزيل العطري باددي الصبغتين التاليثين :







(H) C = C H Vinyl Linkly icher

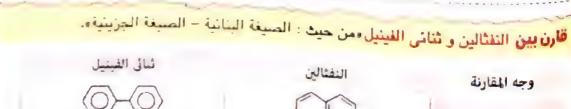
(C.H.-) Phenyl Jamil ac years

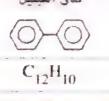
للاطلاع مقط 🖥 🖥

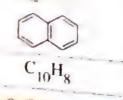
أندكران

- * اشتقت كلمة فينيل Phenyl من اللفظ Phene المستشدم للنعسر عن المترس في الماضي.
- $C_6H_5CH_3 \xrightarrow{H} C_6H_5CH_2$

* شـق البنـزيـل (penzyl) ينتج عـن نزع ذرة هيدروچين من مركب الطولوين.









تسمية مشتقات البنزين أحادية الاستبدال

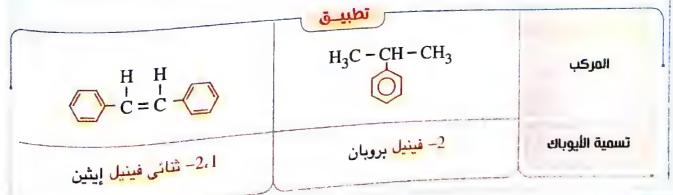
- ▼ تسمى مشتقات البنزين الهالوچينية أحادية الاستبدال حسب :
 - نظام الأيوباك على ورن هالوبنزين.
 - التسمية الشائعة على وزن هاليد الفينيل.

		Br	CI O	F	المركب
بنزين	يودوا	بروموبنزی <i>ن</i>	كلوروبنزين	فلوروبنزين	تسمية الأيوباك (مالوبنزين)
الفينيل	يوديد	بروميد الفينيل	كلوريد الفينيل	فلوريدالفينيل	التسمية الشائعة (هاليدالفينيل)

◄ وإذا تم الاستبدال ببعض المجموعات الذرية، فإنه يذكر اسم المجموعة الذرية المستبدلة متبوعة بكلمة بنزين.

	طبيـق	אַ	
CH ₂ CH ₂ CH ₃	CH ₂ CH ₃	NO ₂	المركب
بروبيل بنزين	إينيل بنزين	نيتروبنزين	تسمية الأيوباك

اذا كانت حلقة البنزين متصلة بمجموعة ليس لها اسم بسيط، فإنه يتم التعامل مع حلقة البنزين باعتبارها المجموعة المستبدلة (التفرع) فتأخذ اسم فينيل



إذا تم استبدال احدى دُرات حلقة البنزين ببعض المجموعات الفعالة، لا يُنسب اسم المركب الناتج إلى البنزين بل يصبح له اسمًا جديدًا تبعًا لتسمية الأيوباك.

مجموعة الكربوكسيل (-COOH)	طبيــق مجموعة الميثيل (CH ₃ -)	تا مجموعة الهيدروكسيل (OH)	(المستبدلة) المجموعة الحفالة
СООН	CH ₃	ОН	المركب
حمض بنزویك	طولوین	فينول	تسمية الأيوباك
• حمض کربوکسی بنزین. • حمض فینیل کربوکسیل.	میثیل بنزین.فینیل میثان.	 هيدروكسى بنزين. حمض الكربوليك. 	تسميات أخرى

تسمية مشتقات البيزين لباتية الاستبدال حسب بظام النيوباك

عند استبدال ذرتى هيدروچين في الحلقة بذرتين أو مجموعتين متشابهتين أو مختلفتين، تتم التسمية بنفس طريقة تسمية الهيدروكربونات الأليفاتية والتي يتم فيها مراعاة ترقيم المستبدلات بالشكل الذي يعطى أقل مجموع ممكن لأرقام التفرعات وكذلك الترتيب الأبجدي لها،

وفي حالة استبدال ذرة هيدروچين في هركبات الفينول ، الطولوين ، حوض البنزويك ترقم المجموعة الأساسية أنى هذه المركبات بالرقم 1 وترقم المجموعات الأخرى حسب موقعها بالنسبة للمجموعة الأساسية.

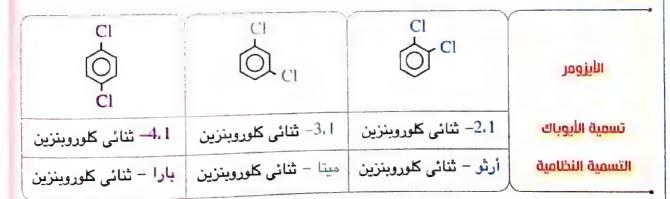
COOH NO ₂ NO ₂	CH ₃	OH NO ₂	المركب
1- كربوكسيل -4،2- ثنائى نيتروبنزين 4،2- ثنائى نيترو حمض البنزويك 4،2-	1- برومو -4- میثیل بنزین X	1- هيدروكسى -2- نيتروبنزين ٪	تسمية
	4- بروموطولوین ۷	2- نيتروفينول ✓	الليوباك

تسمية مشتقات البنزين ثنائية الاستبدال فسب الطريقة النظامية

وجود ذرتين أو مجموعتين بديلتين على حلقة البنزين، يتبعه احتمال وجود ثلاث أيزومرات موضعية. يمكن تمييزها باستخدام المقاطع الموضحة بالجدول التالى :

موضعى الإحلال على حلقة البنزين	الرمز	ترقيم موضعى الإحلال	المقطع
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	0-	2،1 «ذرتی کربون متجاورتین»	ارثو Ortho
X X X X X () () () () () () () (M-	3.1	ايت Meta
X $ \begin{cases} 6 \bigcirc 2^{2} \\ 5 \bigcirc 3 \end{cases} $ $ in the problem of the problem o$	P-	4،1 «ذرتى كربون متقابلتين»	بــــارا Para

وسيبي في أيزومرات ثنائي كلوروبنزين.



منطبي في أيزومرات بروموطولوين.

CH ₃	CH ₃	CH ₃ Br	الايزومر
Br مروموطولوین -4	3- بروموطولوين	2- بروموطولوین	الأيوباك الأرباك
بارا - بروموطولوین	ميتا - بروموطولوين	أرثو - بروموطولوين	التسمية النظامية

हैं । अवस्य केंद्र

مند استبدال ذرتى هيدروچين في حلقة بنزين بمجموعتي ميثيل لا يُنسب اسم المركب - حسب نظام الأيوياك - إلى الطولوين، بل يصبح له اسم جديد هو زيلين Xylene

تطبيع أيزومرات الزبلين. مرا

CH ₃	CH ₃ ○ CH ₃	CH ₃	الليــزومــر
4،1 - زيلين	ا ، 3 - زيلين	2،1 زيلين	تسمية الأيوباك
بارا - زیلین	ميتا - زيلين	أرثو - زيلين	التسمية النظامية

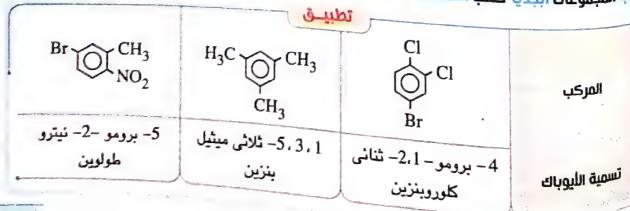
، عند استبدال ذرتى هيدروچين في حلقة بنزين بمجموعة هيدروكسيل و مجموعة ميثيل لا يُنسب اسم المركب - حسب نظام الأيوباك - إلى الفينول أو الطولوين، بل يصبح له اسم جديد هو كريزول Cresol

تطبيق 🚺 أيزومرات الكريزول.

OH	OH ○ CH ₃	OH CH ₃	الليـزومـر
4،1 کریزول	ا ،3- كريزول	2.1 كريزول	تسمية الأيوباك
بارا - كريزول	ميا - كريزول	أرثو - كريزول	التسمية النظامية

تسمية مشتقات البيزين عديدة الاستبدال حسب نظام الأيوباك

• ترقم ذرات كربون الحلقة التي تم فيها الاستبدال مرورًا بالانجاه الذي يؤدي إلى أقل مجموع ممكن لأرقام التفرعات. • ترتب المجموعات أبجديا حسب اسمائها اللاتينية (الإنجليزية مجازًا) بغض النظر عن ترقيم مواقعها.



Kekule

الصيغة البنائية للبنزين العطرى

لأن البنزين:

- يتفاعل بالإحلال وبالإضافة.
- طول الرابطة بين ذرات الكربون فيه وسلط بين طول الرابطة الأحادية
 وطول الرابطة المزدوجة ... وغيرهما من الخواص المحيرة.

﴾ ﴾ للإيضاح فقط

- طول الرابطة (C = C) تساوى \mathring{A} 139 في البنزين العطرى.
 - الرابطة (C=C) مطول الرابطة طول الرابطة
 - مطول الرابطة (C C) تساوى أ
- ◄ اقترح العالم الألماني كيكولي في عام 1865 تمثيل البنزين بإحدى الصيغتين التاليتين :

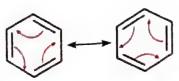
الصيفة المختزلة



صيغة كيكولي

ويتضح من صيغتي كيكولي للبنزين أن :

- جزىء البنزين عبارة عن حلقة مكونة من 6 ذرات كربون.
 - ترتبط ذرات الكربون الستة ببعضها عن طريق 3 روابط أحادية بالتبادل مع 3 روابط مزدوجة.
 - الروابط الستة بين ذرات الكربون متماثلة الطول.
 - مرتبط كل ذرة كربون بذرة هيدروچين.



تتبادل الروايط الأحادية والمزدوجة في جزىء البنزين

 إوجزىء البنزين - في الحقيقة - لا يمكن تمثيله بإحدى الصيغتين السابقتين، وإن كنا سنضطر لهذا عند تفسير حدوث بعض تفاعلات البنزين.

اللايضاح فقط 🖥 🕯

حواص البنزين غير العادية مقارنة بالأأكثار

« لا يتأكسد بواسطة برمنجنات البوتاسيوم. • يتفاعل غالبًا بالاستبدال وبصعوبة بالإضافة.

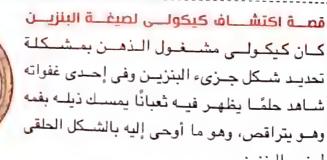
• لا يتفاعل بالإضافة مع ماء البروم أو هاليدات الهيدروچين. • أكثر ثباتًا (أقل نشاطًا) من الألكينات،



والتفسير خواص البنزين عد العادم مقارنة بالألكينات تم التوصل إلى صبيغة أخرى هجينة من صبيغتى كيكولى السابقتين وهي الموضحة داخل الإطار المقابل:

حبث تحدل الحلقة داخيل الشكل السداسي عليي عدم تمركز الإلكترونات السنة عند ذرات كربون معينة.

े भवें के केवं



العدال كسكولي

كان كيكولى مشخول الذهن بمشكلة تحديد شكل جزىء البنزين وفي إحدى غفواته لجزيء البنزين.

اجتهد بصدق وسوف يتحقق حلمك

$H \sim C \approx C \approx C \sim H$ $\mathsf{H}^{\,\,\mathsf{C}} \stackrel{\sim}{\sim} \mathsf{C} \stackrel{\sim}{\sim} \mathsf{C}^{\,\,\mathsf{C}} \mathsf{H}$

تحضير البنزين

تختلف طرق تحضير البنزين في الصناعة عنها في المعمل، كما يتضح من المخطط التالى :



بنزوات الصوديوم

تحضير البنزين في الصناعة من قطران الفحم

يُعرف تسخين الفحم الحجري بمعزل عن الهواء لتحليله إلى غازات وسوائل وفحم كوك بالتقطير الإتلافي للفحم الحجري. ◄ والمخطـط التالي يوضــح نواتــج التقطير الإتلافي للفحم الحجري.



عند إجراء عملية تقطير تجزيئي لقطران الفحم عند :

تقطير إتلاق

درجة حرارة ($80^{\circ}: 82^{\circ}$) نحصل على البنزين، وعند درجات حرارة أخرى نحصل على مركبات عضوية أخرى لها أهمية اقتصادية كبرى، مثل: الفيتول،

قطران

الفحم



تقطير تجزيئي البنزين 80°: 82°C

للإيضاح فقط 👀

◄ التقطير التجزيئي : عملية فصل عدة سوائل ممتزجة معًا اعتمادًا على اختلاف درجة غليانها.

تحضير البنزين في الصناعة من المشتقات البترولية الأليفاتية

◄ مزداد الطلب على البنزين العطرى بتقدم الصناعات الكيميائية، لأنه يستخدم كمادة أولية في العديد من الصناعات الكيميائية.

يمكن الحصول على البنزين العطرى من المركبات الأليفاتية بإحدى طريقتين، هما :

إعادة التشكيل المحفز للهكسان العادى البلمرة الثلاثيئة للإيثايين

4.7

تحضير البنزين من الهكسان العادي بطريقة إعادة التشكيل المحفز

مريقة إعادة التشكيل المدفز في تحويل المستقات البترولية الأليفاتية التي تحتوي على سلاسل كربونية مستقيمة من 6 : 8 ذرات كربون إلى مركبات تحتوى على حلقة بنزين،

مطابق تحويل الهكسان العادى إلى بنزين عطري.

مند إمرار الهكسان العادى على بلاتين - كعامل حفاز - في درجة حرارة مرتفعة، بتكون البنزين العطرى.

$$CH_3$$
 H_2C CH_3 $CH_3 - (CH_2)_4 - CH_3(1)$ $OH_3 - (CH_2)_4 - CH_3(2)$ $OH_3 - (CH_3)_4 - CH_3(2)$ $OH_3 -$

الهكسان العادي

اللبيان الهبتان العادي إلى طولوين.

$$CH_3$$
 CH_2
 CH_2
 CH_3
 CH_2
 CH_3
 CH_3
 CH_3
 CH_3
 CH_2
 CH_3
 CH_3
 CH_3
 CH_3
 CH_2
 CH_3
 CH_3

الهبتان العادي

🥃 تحضير البنزين من الإيثاين بطريقة البلمرة الثلاثية

♦ عند إمرار غاز الإيثاين (الأسيتيلين) في أنبوبة من النيكل مسخنة لدرجة الاحمرار، تحدث عملية بلمرة لكل 3 جزيئات مكونة جزىء واحد من البنزين.

وضع بالمعادلات الرمزية كيفية الحصول على أبسط مركب أروماتي من أبسط مركب أليفاتي.

تحضير البثرين في الصناعة من الفيتول

◄ عند إمرار بخار الفينول على مسحوق الزنك الساخن، يُختزل الفينول إلى بنزين عطرى.

OH
$$OH$$

$$(v) + Zn(s) \xrightarrow{\Delta} O$$
Reduction
$$(v) + ZnO(s)$$

نینون

تحضير البنرين فى المعمل

• يُحضر البنزيان نقيًا في المعمل **من التقطير الجاف للح بنزوات الصوديوم** مع **الجير الصودي.**

$$OOONa + NaOH_{(s)}$$
 + NaOH_{(s) $OODO(v)$ + Na2CO_{3(s)}

الخواص الفيزيائية للبنزين

سائل شفاف (عديم اللون) ذو رائحة عطرية مميزة.

• درجة غليانه 80°C

لا يمتزج بالعاء (شحيح الذوبان في الماء) ولكنه يمتزج مع معظم العذيبات العضوية.

الخواص الكيميائية للبنزين

· يشتعل البنزين عند حرقه في الهواء مكونًا دخان أسود، لاحتوائه على نسبة كبيرة من الكربون.

تفاعلات البنزين





• بالرغم من احتواء البلزين على روابط مزدوجة إلا أن تفاعلاته بالإضافة تكون صعبة ولا تحدث إلا تحت غروف خاصة (مقارنة بالألكينات التي تحتوى على روابط مزدوجة)، لعدم تعريز الإلكترونات السنة لعلقة البنزين عند ذرات كربون معينة.

من تفاعلات البنزين بالإضافة



تفاعل الهلجنة

تفاعل الهدرجة

🕤 تفاعل هدرجة البنزين

بتفاعل البنزين مع الهيدروچين بالضغط والحرارة
 في وجود عامل حفار لينتج الهكسان الحلقي.

$$C_6H_6$$
 C_6H_{12}

$$\bigcirc_{(l)}$$
 + $3H_{2(g)}$ $\xrightarrow{\Delta/P}$ $\bigcirc_{(l)}$ $\xrightarrow{\varphi}$ $\xrightarrow{\varphi}$ $\xrightarrow{\varphi}$ $\xrightarrow{\varphi}$ $\xrightarrow{\varphi}$ $\xrightarrow{\varphi}$ $\xrightarrow{\varphi}$ $\xrightarrow{\varphi}$ $\xrightarrow{\varphi}$

اللايضاح فقط 🗗

تتم تفاعلات هدرجة البنزين العطرى فى وجود النيكل كعامل حفاز فى درجة حرارة تتراوح ما بين (200°C) ويكون ضغط غاز الهيدروچين المستخدم حوالى 100 atm

وثيال

ما عد مولات الهبروجير اللازم إضافتها لتحويل 1 mol من هذا المركب إلى مركب مشبع ؟

\bigcirc CH = CH₂

الحسل

- ت mol من هذا المركب يحتوى على mol 4 من الروابط باي (π).
- . . يلزم mail 4 من جزيئات الهيدروچين لتحويل mol من هذا المركب غير المشبع إلى مركب مشبع.

أداءذاتي

اكتب المعادلات المعبرة عن تحويل :

- (١١) مركب أليفاتي غير مشبع إلى مركب أروماتي.
- (۱) هکسان عادی إلی هکسان حلقی،

ي تفاعل هلجنة البنزين بالإضافة

- يتفاعل البنزين مع غاز الكلور أو أبخرة البروم بالإضافة في ضوء الشمس (UV) بتأثير الأشعة فوق البنفسجية المصاحبة للشمس مكونًا سداسي مالومكسان حلقي.
 - م تطبيق إ كلورة البنزين العطري.
 - پتفاعل البنزین مع الکلور فی ضوء الشمس (UV) مکونًا سداسی کلوروهکسان حلقی والذی یُعرف بالجامکسان والذی یستخدم کمبید حشری.

(جامكسان)

$$C_6H_6Cl_6$$
 $C_6H_6Cl_6$
 Cl
 Cl

جزىء جامكسان

أداء ذاتي

يفية الحصول على الجامكسان من كربيد الكالسيوم.	

م تفاعلات البيرين بالبطائل (الدستيدال)

- ◄ تعتبر تفاعلات البنزين بالإحلال :
- من التفاعلات الهامة، لأنها تمكننا من الحصول على مركبات لها أهمية اقتصادية كبيرة.
- اكثر شيوعًا من تفاعلات الإضافة، حيث يتم فيها استبدال ذرة هيدروچين أو أكثر بذرات أو مجموعات أخرى حسب ظروف إجراء التفاعل ونوع العامل الحفاز المستخدم.

من تفاعلات البنزين بالإحلال			
	تفاعلات النيترة		تفاعلات الهلجنة

TIT

آ تفاعلات هلجنة البنزين بالاستبدال

- ملجنة البنزين هى عملية استبدال ذرة أو أكثر من ذرات هيدروچين حلقة البنزين بذرة أو أكثر من ذرات الهالوچين في وجود عامل حفاز مناسب.
 - تطبيق إ كلورة البنزين.
- ◄ يتفاعل البنزين مع الكلور في وجود كلوريد الحديد (III) كعامل حفاز معطيًا مركب كلوروبنزين (كلوريد فينيل).

$$\bigcirc_{(I)} + \operatorname{Cl}_{2(g)} \xrightarrow{\operatorname{FeCl}_3} \bigcirc_{(I)}^{\operatorname{Cl}} + \operatorname{HCl}_{(g)}$$

$$\overset{\text{Yell}_{2(g)}}{\overset{\text{Yell}_{2($$

- ◄ تُنتج تفاعلات هلجنة البنزين هاليدات الاريل
 بكميات كبيرة، لاستخدامها كمبيدات حشرية.
- DDT اکثر هالیدات الأریل المستخدمة کمبید حشری هو مرکب Dichloro Diphenyl Trichloroethane

وترجمة اسم المركب :

ثنائى كلورو ثنائى فينيل ثلاثى كلوروإيثان.

- ▶ وترجع سُمية مركب DDT إلى أن الجزء وCH CCl إلى أن الجزيء، يذوب في النسيج الدهني للحشرة فيقتلها.
 - وقد وصف مركب DDT بإنه أقبح مركب كيميائى،
 لشاكله البيئية المترتبة على استخدامه.

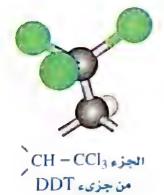


اذكر اسم المركب العضوى الناتج عن هلجنة البنزين بتفاعلات :

(١) الإضافة.

میدروچین ثنائی کلورو ثنائی فینیل ثلاثی کلوروایثان

DDT



(٢) الاستبدال.

싖 تفاعل ألكلة البنزين (تفاعل فريدل / كرافت)

بتفاعل البلزيان مع هاليدات الألكيل (RX) من خلال تفاعل يُعرف بتفاعل فريدل/كرافت (ألكلة البنزيان)
 وهو عبارة عن عملية استبدال ذرة هيدروچين في حلقة بنزيان بمجموعة ألكيل (R−) في وجود عامل حفاز
 مثل كلوريد الألومنيوم اللامائي (anhydrous) AICl₃ (anhydrous) لتكوين ألكيل بنزيان.

الإيضاح فقط 🕯

• تطبيق إ تحضير الطولوين من البنزين بطريقة (فريدل / كرافت).

$$\bigcirc_{(\ell)}$$
 + $\mathrm{CH_3Cl}_{(g)}$ $\xrightarrow{\mathrm{anhydrous}\,\mathrm{AlCl}_3}$ $\bigcirc_{(\ell)}$ + $\mathrm{HCl}_{(g)}$ \rightarrow $\mathrm{HCl}_{(g)}$

Magazis Magazis

إذا اتصلت حلقة البنزين بأحد المجموعات الموجهة التالية

- الألكيل (R-) الهيدروكسيل (OH) الكربونيل (CO-) الألدهيد (R-) الألدهيد
 - الهالوچين (- NH₂) الأمينو (- NH₂) الكربوكسيل (- COOH) النيترو (- NO₂)
 - فإن تفاعلات الإحلال تتم في الموضعين أرثو، بارا. فإن تفاعلات الإحلال تتم في الموضع ميتا.

• تطبيق ಝ تفاعل كلورة الطولوين.

◄ مجموعة الميثيل موجهة الموضعين أرثو و بارا.

$$2 \bigodot_{(l)}^{\text{CH}_3} + 2 \circlearrowleft_{2(g)} \xrightarrow{\text{Fe}} \bigodot_{(l)}^{\text{CH}_3} + \bigodot_{(l)}^{\text{CH}_3} + 2 \text{HCl}_{(g)}$$

بارا-كلوروطولوين أرثو-كلوروطولوين طولوين

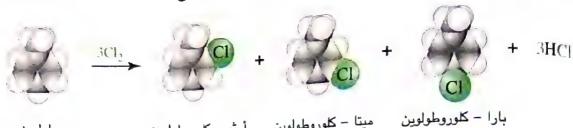
• تطبيق 🐠 تفاعل كلورة النيتروبنزين.

مجموعة النيترو موجهة للموضع ميتا.

$$NO_2$$
 (I)
 $+ Cl_2(g)$
 Fe
 $Cl_{(I)}$
 $+ HCl_{(g)}$
 $Cl_{(I)}$
 $Cl_{(I)}$

217

عند كلورة الطولوين تكون هناك ثلاثة نواتج ولكن بنسب مختلفة كالتالى:



بارا - كلوروطولوين ميتا - كلوروطولوين أرثو - كلوروطولوين طولوين طولوين طولوين طولوين طولوين طولوين طولوين طولوين (60%)

ويلاحظ من مجموع النسبة المئوية للأيزومرين أرثو، بارا - كلوروطولوين أنهما يشكلان حوالى %99 من الناتج الكلى، لذا يقال إن مجموعة الميثيل موجهة للموضعين أرثو و بارا.

تفاعل نيترة البنزين

عملية النيترة هي عملية استبدال ذرة هيدروچين في حلقة بنزين بمجموعة نيترو $(-NO_2)$ في وجود عامل حفاز.

• تطبيق 🐠 نيترة البنزين.

عند تسخين البنزين مع خليط من حمض النيتريك وحمض الكبريتيك المركزين بنسبة 1: 1 ،
 تحل مجموعة نيترو (NO₂) محل ذرة هيدروچين بحلقة البنزين، مكونة مركب نيتروبنزين.

 $HO - NO_2$

$$\bigcirc_{(\ell)} + \text{HNO}_{3(\ell)} \xrightarrow{\text{conc H}_2\text{SO}_4} \bigcirc_{(\ell)} \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$$

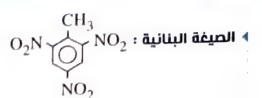
$$\stackrel{\text{integrities}}{\text{integrities}} + \text{HNO}_{3(\ell)} \xrightarrow{\text{conc H}_2\text{SO}_4} \bigcirc_{(\ell)} \text{NO}_2$$

• تطبيق 🕦 نيترة الطولوين.

المنابعة 1: 1 مع خليط من حمض النيتريك وحمض الكبريتيك المركزين بنسبة 1: 1 معدد تسخين الطولوين مع خليط من حمض النيتريك وحمض الكبريتيك المركزين، مكونة مركب تحل ثلاثة مجموعات نيترو (NO₂) محل ثلاث ذرات هيدروچين بحلقة البنزين، مكونة مركب

$$CH_3$$
 (TNT) ئالائى نىتروطولوپىن (TNT) ئالائى نىتروطولوپىن (NO₂) O_2N $O_$

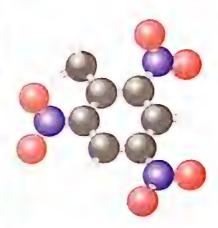
مركب ثلاثى نيتروطولوين



- C₇H₅O₆N₃ : الجزينية الجزينية •
- ◄ تسمية الأيوباك: 6,4,2 ثلاثى نيتروطولوين.
- ◄ وتعتبر مادة ثلاثى نيتروطولوين (TNT) من مركبات عديد النيترو العضوية شديدة الانفجار التي أنتج منها ملايين الأطنان خلال الحرب العالمية الثانية، ومازال إنتاجها مستمرًا.



انتجت ملايين الأطلئان من مادة INT خلال الحرب العالمية الثانية



جزىء ثلاثى نيتروملولوين

ف سر: مركبات عديد النيترو العضوية (مثل TNT) مواد شديدة الانفجار.

لأنها تحترق بسرعة منتجة كميات كبيرة من الغازات والحرارة، وذلك:

- * لاحتواء جزيئاتها على وقودها الذاتى (الكربون) والمادة المؤكسدة (الأكسجين).
- * لضعف الرابطة (N-O) في مجموعة النيترو (المتفاعلات) مقارنةً بقوة الروابط المتكونة في النواتج.

.(N $_2$ في غاز N \equiv N ، CO في غاز C = O)

(أى أن كمية الطاقة المنطلقة من تكوين الروابط فى النواتج تكون كبيرة جدًا مقارنةً بكمية الطاقة الممتصة عند كسر الروابط فى المتفاعلات).

kJ/mol الطاقة	الرابطة
201	N-0
743	C=0
941	NEN

تفاعل سلفنة البنزين بالاستبدال

- SO_3H). عملية السلفنة هي عملية استبدال ذرة هيدروچين في حلقة بنزين بمجموعة حمض السلفونيك SO_3H).
- ◄ تتم عملية سلفنة البنزين بتفاعل البنزين العطرى مع حمض الكبريتيك المركز لتكوين حمض بنزين سلفونيك.

$$HO - SO_3H$$

$$\bigcirc_{(l)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc} \bigcirc_{(l)} SO_3H + H_2O_{(l)}$$
حمض بنزین السلفونیك بنزین السلفونیك

◄ تعتمد صناعة المنظفات الصناعية أساسًا على مركبات حمض السلفونيك الأروماتية.

المنظفات الصناعية

• يتم الحصول على المنظف الصناعى (الملح الصوديومي القابل للذوبان في الماء) بمعالجة مركبات حمض السلفونيك الأروماتية بالصودا الكاوية.

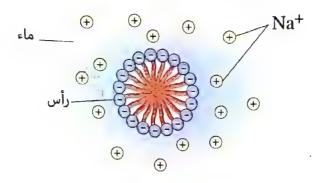
$$R - O Na^+$$

$$R$$

يتكون جزيء النظف الصناعي من جزئين، هما :



وهو ما يتضح من الشكل التالى :



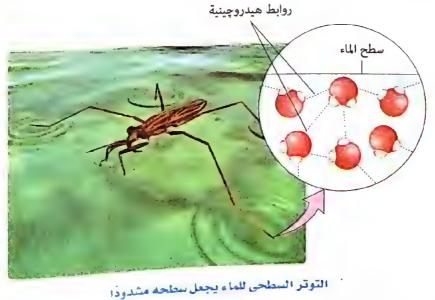
يتأين المنظف الصناعي عند إضافته للماء وتتجه الرؤوس باتجاه الماء

كيفية عمل المنظف الصباءي

لا يصلح الماء في إزالة البقع الدهنية من الأنسجة، لأنها مواد عضوية، بينما الماء مذيب قطبي، والمواد العضوية لا تذوب في المذيبات القطبية، ولهذا السبب يضاف المنظف الصناعي إلى الماء لإزالة البقع الدهنية.

🎉 🗟 للإيضاح فقط

تتسبب الروابط الهيدروچينية بين جزيئات الماء في جعل سطح الماء السائل مشدودًا، وهو ما يفسر سير الحشرات على سمطح الماء دون الغوص فيه، وتعرف هدده الظاهرة بالتوتر السطحي وإضافة المنظف الصناعي إلى الماء يقلل من عدد الروابط الهيدروچينية بين جزيئاته فيقل توتره السطحي.

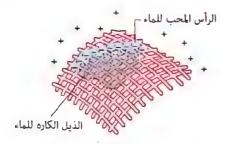


. T1A

وفيما يلى نوضح دور النظف الصناعي في عملية التنظيف :

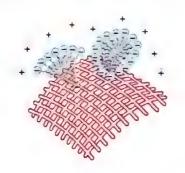
البقعة الدهنية المتسخ المتسخ المتسخ المتسخ المتسخ

إضافة المنظف الصناعي إلى الماء، يقلل من توتره السطحي، فتزداد قدرته على تندية (بلل) النسيج المراد تنظيفه



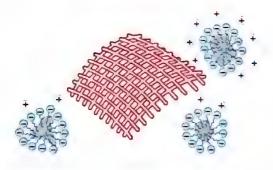
ترتب جزيئات المنظف نفسما، بحيث يتجه :

- الذيل الكاره للماء نحو البقعة الدهنية.
 - الرأس المحب للماء نحو الماء.
- وبذلك تتغطى البقعة الدهنية بجزيئات المنظف



يؤدى الاحتكاك الميكانيكي

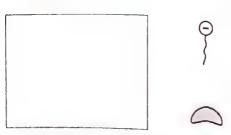
أثناء عملية الغسيل الى طرد البقع الدهنية وتكسيرها إلى كرات صغيرة



تنفصل الكرات عن النسيج نتيجة للتنافر الحادث بين رؤوس جزيئات المنظف متشابهة الشحنة وتتعلق في الماء على هيئة مستحلب، ويتم التخلص منها بالشطف

أداء ذاتي

استخدم معطيات الشكل المقابل في رسم كيفية ترتيب جزيئات المنظف الصناعي حول البقعة الدهنية.



درجات ذرات الكربون

• تصنف درجة ذرات الكربون في أي مركب عضوى حسب عدد ذرات الكربون الأخرى المتصلة بها إلى :

$$\begin{array}{cccc}
C & & & & & C \\
C - C - C & & & & & C - C - C
\end{array}$$

ذرة كربون أولية "1" ذرة كربون <mark>ثانوية "2</mark> ذرة كربون ثاشة "3 ذرة كربون <mark>رباعية "4</mark>

$$C \stackrel{2^{\circ}}{-} \stackrel{1}{C} - C$$
 $C \stackrel{1^{\circ}}{-} \stackrel{1}{C} -$

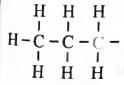
$$C - \stackrel{\circ}{C} -$$

تتصل ذرة الكربون الأولية تتصل ذرة الكربون الثانوية تتصل ذرة الكربون الثالثية تتصل ذرة الكربون الرباعية بذرة كربون واحدة فقط بذرتى كربون أخرتين بثلاث ذرات كربون أخرى بأربع ذرات كربون أخرى

• تطبيق } تصنيف درجات ذرات الكربون في أحد الألكانات.

مجموعات الذلكيل المشتقة من مركب اليروبان C_aH_B

مجموعة بروبيل



م. بروبيل

C,H,CH,-

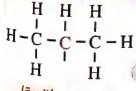
عندنزع

ذرة هيدروچيـن من

ذرة كربون

أوليــة



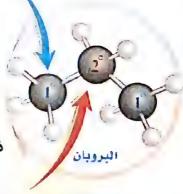


(م. بروسل ٹانویة) م. ایزوبروبیل

(CH₃)₂CH-



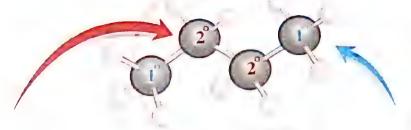
ذرة هيدروچيـن من





عند نزع ذرة هيدروچين من ذرة كربون ثالثية عند نزع ذرة هيدروچين من ذرة كربون أوليـة

مجموعة أيزوبيوتيل

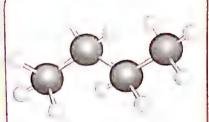


البيوتان العادي

عند نزع ذرة هيدروچين من **ذرة كربون <mark>ثانوية</mark>** عند نزع ذرة هيدروچين من **ذرة كربون أو**ليـة



• مجموعة <mark>بيوتيل ثانوية .</mark>



H H H H H-C-C-C-C-H H H H

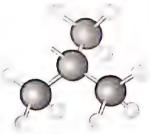




H H H H H-C-C-C-C-I I I I H H H H

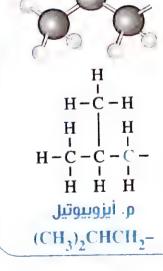
> م. بیوتیل C₃H₇CH₂–

مجموعة بيوتيل ثالثية



الدرس الثامن







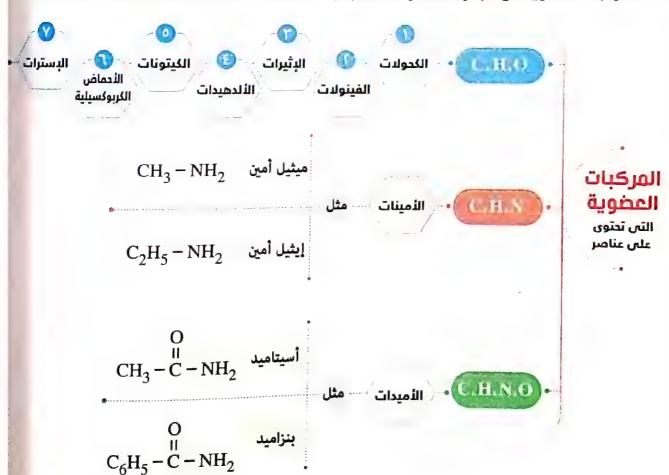
مشتقات الهيدروكربونات

- تمهيد * اعتمد تصنيف المركبات العضوية في الماضي على :
 - خواصها الفيزيائية مثل الرائحة و الطعم.
 - بعض خواصها الكيميائية.

ومع تقدم طرق التحليل الكيميائي وجُد أن الخواص الفيزيائية والكيميائية للمركبات تُعزى إلى وجود المجموعات الوظيفية.

المجموعات الوظيفية (الفعالة)

- هي ذرة أو مجدوعة من الذرات مرتبطة مع بعضها بطريقة معينة وتكون ركنًا من جزىء المركب
 وتغلب فاعليتها (وظيفتها) على خواص الجزىء بأكمله.
- ◄ صنفت المركبات العضوية إلى مجموعات لكل منها مجموعة وظيفية معينة، كما يتضح من المخطط التالي :



277

, diachall degrach,

مجموعة الهيدروكسيل الكحولية (H()-)-الماسات مجموعة الهندروكسيل القينولية (OH)-)

doleil derrall

Ar - OH

R - OH

, الاشتفاق ,

مين المياء

يشتق الفيبول من الما

بشتق الكحول من الماء

باستبدال ذرة هيدروچين من جزي، الما، ب

محموعة اريل (۱۸۰ –)

H-OH --- Ar-OH

مدموعة الكبل (-R)

 $H - OH \xrightarrow{-H} R - OH$

🥥 من الهيدرولريونات

الذروماسه

مشدى الفيدول من الهندروكربون الأروعان باستبدال ذرة هيدروچين من جزى، الهيدروكربون الأرومائي مجموعة هيدروكسيل (١١(١)-)

Ar - H $\frac{H}{+OH}$ Ar - OHعبدروكرمون أروماسي ducel

الألبعانية (الألكانات)

يشتق للاما من الهيدروكرمون الممر باستبدال ذرة مبدروجين من جزيء الهيدروكربون الأليفاتي بمجموعة هيدروكسيل (١١١١)-)

R-H +OH R - OHهيدروكردون أليقاسي كحول







المجموعة الوظيفية :

المجموعة الإثيرية (- O -)

R-O-R الصيغة العامة للإثيرات الأليفاتية :

وقد تكون مجموعتى R متماثلتين أو مختلفتين.

تسمية الإثيرات :

يغلب استخدام التسمية الشائعة في الإثيرات

مع مراعاة الآتى:

اذا كانت المجموعتين

R مختلفتین

إذا كانت المجموعتين

R متماثلتين

تبدأ التسمية بكلمة إثير متبوعة ب

اسمى مجموعتى الألكيل حسب ترتيبهما الأبجدي

ثنائي اسم مجموعة الألكيل

• تطبيقات

 $CH_3 - O - C_2H_5$ إثير إيثيل ميثيل — (إثير مختلط) —

 $C_2H_5 - O - C_2H_5$ إثير ثنائي الإيثيل — (إثير متماثل) —

 $CH_3 - O - CH_3$ إثير ثنائي الميثيل - (إثير متماثل) -

ملحوظة

عند نزع مجموعة ألكيل من إثير تتكون مجموعة تعرف باسم الكوكسيد

• تطبيقات إ

 $C_2H_5 - O - Na$

 $CH_3 - O - Na$ ميثوكسيد الصوديوم

الله عمد عاليا

مجموعة الفورميل (الألدهيد)

الكيتونيات

, المجموعة الوظيفية ,

مجموعة الكربونيل (الكيتون)

، قولطا قغيصا ،

. 1 ---

$$R-\overset{O}{\mathbb{C}}-R$$

«مجموعتى R قد يكونا متشابهتين أو مختلفتين»

«يمكن استبدال مجموعة R بذرة H»

, ألتسمية الشائعة ،

إذا كانت المجموعتين

R مختلفتین

تبدأ التسمية بكلمة كيتون متبوعة بـــ

اسمى مجموعتى الألكيل حسب ترتيبهما الأبجدى

إذا كانت المجموعتين R متماثلتين

ژنائی اسم مجموعة الألكيل تشتهر الكثير من الألدهيدات بأسماء شائعة

تسمية الأيوباك

تضاف الخاتمة (- بن) إلى نهاية اسم الألكان المقابل «أي تكون على وزن ألكانون»

تضاف الخاتمة (- ال) إلى نهاية اسم الألكان المقابل «أي تكون على وزن ألكانال»

• تطبيقات

$CH_3 - C - C_2H_5$	CH ₃ - C - CH ₃
$(CH_3 - CO - C_2H_5)$	$(CH_3 - CO - CH_3)$
كيتون إيثيل ميثيل	كيتون ثنائى الميثيل (أسيتون)
بيوتان C ₄ H ₁₀	بروبان C ₃ H ₈
بيوتانون	برويانون

التسمية الشائعة الألكان المقابل تسمية الأيوباك

الكيتون

CH ₃ -C-H	H - C - H	الألدهيد
(CH ₃ - CHO)	(H – CHO)	
عيهمالتيسأ	فورمالدهيد	التسمية الشائعة
إيثان C ₂ H ₆	میثان CH ₄	الألكان المقابل
الثاثيا	ميثانال	تسمية الأيوباك

alboala

* تعتبر الكربوهيدرات البسيطة، مثل :

سكر الفركتوز

سكر الجلوكوز

مواد كينونية عديدة الهيدروكسيل

مواد الدهبدية عديدة الهيدروكسيل

ای ان کل منهما یحتوی علی اکثر من مجموعة هیدروکسیل بجانب :

مجموعة كيتون

مجموعة الدهيد

, الصيغة الجزينيه ,

لهما نفس الصيغة الجزيئية $C_6H_{12}O_6$

الصيغة البنانية المكثفة

 CH_2OH C = O $CHOH)_3$ CH_2OH

CHO (CHOH)₄ CH₂OH

∠ الکدخولات ۲

هي مشتقات للهيدروكربونات الأليفاتية والتي تتميز بوجود مجموعة هيدروكسيل (OH) واحدة أو أكثر بها.

تسحيت العدوادت

التسمية الشائمة

تضاف البادئة (كحول -) والخاتمة (- ى) إلى اسم مجموعة الألكيل «أى تكون على وزن كحول ألكيلي»

تسمية الأيوباك

تضاف الخاتمة (- ول) إلى نهاية اسم الألكان «أى تكون على وزن ألكانول» مع مراعاة ترقيم السلسلة الكربونية من الطرف الأقرب لمجموعة الهيدروكسيل

ر يرجى مراعاة مراجعة

تسمية مجموعات الألكيل و باقى قواعد تسمية الألكانات بالدرس الثانى



تسمية الأيوباك	التسمية الشائعة	الكحول	مجموعة الألكيل	الألكان
ميثانول	كحول ميثيلى	CH ₃ -OH	م. میثیل CH ₃ –	ئالن CH ₄
إيثانول	كحول إيثيلي	$C_2H_5 - OH$	م. إيثيل C ₂ H ₅ –	ایلان C ₂ H ₆
1- برويانول	كحول بروبيلي	C ₃ H ₇ – OH	م. بروبيل - C ₃ H ₇	
2- بروبانول	کحول بروبیلی ثانوی (کحول أیزوبروبیلی)	CH ₃ -C-CH ₃	م. بروبيل ثانوية (م. أيزوبروبيل) H CH ₃ - C - CH ₃	<mark>بروبان</mark> C ₃ H ₈
1- بيوتانول	كحول بيوتيلى	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -C-OH	م. بيوتيل ${\rm CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-}$ ${\rm C_4H_9-}$	
2- بيوتانول	کحول بیوتیلی ثانوی	$CH_3 - C - CH_2 - CH_3$	م. بيوتيل ثانوية H CH ₃ - C - CH ₂ - CH ₃	
2- میٹیل -1- بروبانول	کحول أيزوبيوتيلي	CH ₃ - C - CH ₂ - OH	CH ₃ CHC ₂ H ₅ م. أيزوبيوتيل CH ₃ CH ₃ CH ₃ CH ₃ CH ₃ -C - CH ₂ -	<mark>بیوتان</mark> C ₄ H ₁₀
2- میثیل -2- بروبانول	كحول بيوتيلى ثالثى	CH ₃ CH ₃ -C-CH ₃ OH	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ - م. بيوتيل ثالثية CH ₃ CH ₃ -C-CH ₃ (CH ₃) ₃ C-	



ف سر: تسمية الكحول الذي يحتوى على أربع ذرات كربون بالبيوتانول فقط، تعتبر تسمية غير دقيقة.

لأن البيوتانول له أكثر من أيزومر، وبالتالي يلزم تحديد رقم ذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل.

تصنيف الكحولات

تُعرف ذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل باسم مجموعة الكاربينول.

· يمكن تصنيف الكحولات، كما يتضح من المخطط التالي :



تصنف حسب عدد مجموعات الهيدروكسيل إلى

کد<u>ولاٹ</u> دیدن الشریدروجسیال

كحــــولات ثلاثية الهيدروكسيل

كحـــــــولات لنائية الهيدروكسيل

مثــل

أحادية الهيدروكسيل

CH₂OH (CHOH)₄ (CH₂OH

 $C_6H_8(OH)_6$

CH₂OH CHOH CH₂OH CH₂OH

CH₂OH CH₂OH الإيثيلين جليكول C₂H₄(OH)₂ تصنف حسب ارتباط مجموعة الكاربينـــــول بمجموعات الألكيل وذرات الهيدروچين إلى

خدولان ثانوبية

كحولات ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بذرق كربون وذرة هيدروچين واحدة (تتصل فيها مجموعة OH –

صل فيها مجموعه DH بذرة كربون ثانوية)

(کحول بروبیلی ثانوی) 2- بروبائول

كحولات تكون فيها مجموعة الكاربينول طرفية أى ترتبط بذرة كربون واحدة وذرق هيدروچين (تتصل فيها مجموعة OH – بذرة كربون أولية)

 $R - 3^{\circ}C - OH$

كد ولات فالأف ق

كحولات ترتبط فيها مجموعة الكاربينول

بثلاث ذرات كربون

(تتصل فيها مجموعة OH -

بذرة كربون تالثية)

(کحول بیوتیلی ثالثی) 2- میثیل- 2- بروبانول

الفرق بين الكمول الثانوي و الكمول الذيزوألكيل

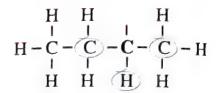
_ مجموعات الألكيل الثانوية __

مجموعات الألكيل التي تحتوى على ذرة كربون مرتبطة بدزة هيدروچين واحدة وذرتي كربون أخرتين.

- مجموعات الأيزوالكيل

 مجموعات الألكيل التي تحتوى على ذرة كربون مسرتبطة بسذرة هيدروجسين واحسدة ومجموعتى ميثيل (CH3).

• تطبيق



مجموعة بيوتيل ثانوية



- كحولات الأبروالكيل -

◄ الكحـولات التـي تحتـوي عـلى ذرة كربـون مرتبطة بذرة هيدروچين واحدة ومجموعتي ميثيل (- CH3).



- الكحولات الثانوية

 الكحولات التي ترتبط ذرة كربون مجموعة الكاربينول فيها بذرة هيدروچين وذرق كربون أخرتين.

تطبيق

 $H_3C - \overset{1}{C} - CH_3$ کحول بروبیلی ثانوی کحول ایزوبروبیلی OH

كحول أيزوبيوتيلي

2 – ميثيل – 1 – بروبانول «كحول أولى»

كحول بيوتيلى ثانوى

2 - بيوتانول «کحول ثانوی»

مثال 🛈

صنف الكحولات الآتية حسب نوع مجموعة الكاربينول

$$CH_3$$
 (1)
 $CH_3 - CH_2 - C - OH$
 CH_2CH_3

الحــــل

- (٤) كحول أولى.
- أولى. (٣) كحول ثانوي.
 - (٢) كحول أولى.
- مثال 🛈

ارسم الصيغة البنائية لكل مركب من المركبات التالية :

(١) 2- بنتانول. (٣) كحول أيزوبنتيلي. (٣) هكسانول حلقي. (٤) 2،2- ثنائي ميثيل -1- بيوتانول.

الحسسل

وثال 🕜

(7)

اكتب تسمية الأبوياك للمركبات التالية

$$CH_3 - (CH_2)_2 - CH_2 - OH$$
 (1)

$$CH_3$$
 (1)
 $CH_3 - CH - OH$

$$CH_2 - CH_2 - CH_3$$

HO - $CH_2 - CH_2 - CH_3$

الحـــل

(١) 2- برویانول. (۱) 1- بیوتانول. (۱) 3- میثیل -1- هکسانول. (۱) 3،3 ثنائی میثیل -2- بیوتانول.

البيثانول (الكحول البيثيلى)

يُعتبر الإيثانول أقدم مركب عضوى تم تحضيره صناعيًا، فقد حضره قدماء المصريين منذ أكثر من ثلاثة ألاف عام من تخمر المواد السكرية و النشوية.



الفراعنة أول من حضروا الإيثانول

تَخْتَلُفُ طَرِقَ تَحَضَيرِ الْإِيثَانُولَ فَي الصَّناعَةُ عَنَمَا فَي المُعَمَلِ، كَمَا يَتَضَحَ مَن المُخْطَطُ التَّالَى ؛



مــن

التحلل المائي لهاليدات الإيثيل في وسط قلوي

التخمر الكحولي للمواد السكرية و النشوية الهيدرة الحفزية للإيثين

تحضير الديثانول في الصناعة

النسبية البيتانول من التثمر النصوات للمواد السفرية و النسبية

المستوى العالم مستوى العالم على مستوى العالم من عمليات التخمر الكحولى للمواد السكرية والنشوية خاصة ضى البلدان التي تكثر فيها زراعات قصب السكر والبنجر والذرة،

ا يُعضر الإيثاليول في مصر من المحلول السكرى المتبقى بعد استخلاص السكر من عصير القصب والذي يعرف بالمولاس.

ا أُنبى عملية التذمير بإضافة الخميرة - التي تفرذ إنزيم الزيميز -الى المولاس (سكر السكروز) ويتم التفاعل على فطوتين، هما:



يعرف المولاس بين عامة الناس باسم العسل الأسود



غاز ، (CO الناتج عن عملية التخمر الكحولي يعكر ماء الجير الرائق

الإيثين هو الألكين الوحيد الذي

يعطى كحول أولى بالهيدرة الحفزية

(الخطوة الأولى) التحلل المائي لسكر السكروز في وسط حامضي (H+).

$$C_{12}H_{22}O_{11(aq)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow{\text{hydrolysis}} C_6H_{12}O_{6(aq)} + C_6H_{12}O_{6(aq)}$$
سکروز جلوکوز جلوکوز

الخطوة الثانية تخمر الجلوكور بواسطة إنزيم الزيميز إلى إيثانول وغاز ثاني أكسيد الكربون.

تحضير البيثانول بالهيدرة الحفرية للبيثين

- تُعتبر عملية الهيدرة الدفزية للإيثين هي الطريقة الشائعة لتدخير الإيثانول، وخاصة في معظم البلدان النفطية.
- حيث يتم تكسير المواد البترولية كبيرة السلسلة إلى مواد أصغر كغاز الإيثين، ثم تتم عملية الميدرة الدفزية للإيتين في وجود حمض الكبريتيك المخفف أو حمض الفوسفوريك كعامل حفاز.

منتجات بترولية
$$C_2H_{4(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow{\text{dil } H_2SO_4} C_2H_5OH_{(v)}$$
 ويثانول

المنافق المنافق من البتروكيماويات (الكيماويات التي تُصنع من البترول).

لأن الإيثانول ينتج من الهيدرة الحفزية لغاز الإيثين الذي ينتج من تكسير المواد البترولية كبيرة السلسلة،

تحضير الكحولات الثانوية والثالثية بطريقة الهيدرة الحفزية للألكينات

- بمكن تحضير الكحولات الثانوية والثالثية بالهيدرة الحفزية للألكينات (عدا الإنثن)، وتخضع هذه التفاعلات لقاعدة ماركونيكيون
- «يرجى مراجعة القاعدة في صفحة (٢٧٨)».
- تحضير مركب 2- بروبانول (كحول ثانوى) من البروبين (ألكين غير متماثل).

$$CH_3 - CH = CH_{2(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3 - CH - CH_{3(l)}$$

$$OH$$

$$OH$$

، تحضير مركب 2- ميثيل -2- بيوتانول (كحول ثالثي) من مركب 2- ميثيل -2- بيوتين (ألكين غير متماثل)·

$$CH_3$$
 $CH_3 - C = CH - CH_3(l) + H_2O_{(l)} \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3 - C - CH_2 - CH_3(l)$ $CH_3 - C - CH_3 - CH_3(l)$ $CH_3 - C - CH_3 - CH_3(l)$ $CH_3 - C - CH_3(l)$ $CH_3 - CH$

الكدول المحول (السبرتو الأحمر)

, تفرض ضريبة إنتاج عالية على الإيثانول النقى (تركيز %96)، وذلك للحد من تناوله في المشروبات الكحولية لما لها من أضرار صحية واجتماعية جسيمة.

، ولظرًا للاستخدامات المتعددة للإيثانول، فإنه يتم تداوله بسعر اقتصادي بعد إضافة :

• بعض المواد السامة مثل الميثانول والذي يؤدي تناوله إلى الإصابة بالجنون والعمى، البيريدين ذو الرائحة الكريهة.

• بعض الصبغات لتلوينه.

وهذه الإضافات لا يمكن فصلها عن الإيثانول إلا بعمليات كيميائية معقدة، يحانب أن القانون يعاقب عليها.

ومن الكحولات غير النقية التي تستخدم كوقود منزلي وفي بعض الصناعات الكيميائية الكحول المحول (السبرتو الأحمر) وهو يتكون من إيثانول (85%)، ميثانول (5%)، مبغان (1%)، لون و رائحة و ماء (9%).



فدم الكحول المحول كوقود

أزنال تحضير الإسانول في المعمل (الطريقة العامة)

وتُحضر الكحولات في المعمل بالتحلل المائي لهاليدات الألكيل في وسط قلوي قوى

مثل هندروكسيد البوتاسيوم KOH، حيث تحل مجموعة الهيدروكسيل محل شق الهاليد لتكوين الكحول المقابل.

$$R - X + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} R - OH + KX$$
 کحول

«أي أن بوديدات الألكيل ﴿ أسهلها تحللًا»

• وترتب الهالوچينات حسب سهولة انتزاعها من هاليدات الألكيل، كالتالى :

(>) بروم (>) كلور (>) فلور

فسر: يفضل يوديد الألكيل عن كلوريد الألكيل في تحضير الكحولات بالطريقة العامة. لأن التحلل المائي ليوديد الألكيل في وسط قلوى قوى يكون أسهل مما لكلوريد الألكيل.

طاقة الرابطة (kcal/mol) 110 CH₃-F 85 CH₃-Cl

57 CH₃-1

بزيادة العدد الذرى في المجموعة 7A يزداد نصف القطر الذرى للهالوچين (X) وتقل السالبية الكهربية وبالتالى تقل قوة الرابطة C-X في هاليد الألكيل وهو ما يؤدي إلى سهولة تحلله مائيًا في الوسط القلوي

الإيضاح فقط



ويمكن تحضير الكحولات الاولية والثانوية والثالثية بالطريقة العامة، كالتالى:

تحضير الايثانول (كحول أولى):

$$C_2H_5Br_{(l)} + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} C_2H_5OH_{(aq)} + KBr_{(aq)}$$
 بروموایثان بروموایثان (برومید الإیشیل)

تحضير مركب 2- بروبانول (كحول ثانوي):

$$CH_3 - \overset{H}{\overset{I}{\overset{}{\text{C}}}} - CH_{3(l)} + \text{KOH}_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3 - \overset{H}{\overset{I}{\overset{}{\text{C}}}} - CH_{3(aq)} + \text{KBr}_{(aq)}$$

Br

OH

نام کی افزان کے بروموبروبانول

تحضير مركب 2- ميثيل -2- بروبانول (كحول ثالثي):

اكتب معادلات تحضير الكحولات الأتية من هاليدات الألكيل المناسبة:



(١) الميثانول.

$$CH_3Br_{(\ell)} + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3OH_{(aq)} + KBr_{(aq)}$$
 میٹانول برومومیٹان

(۲) 2- بيو<mark>تا</mark>نول

$$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHBr} - \text{CH}_{3(l)} + \text{KOH}_{(\text{aq})} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{CH}_{3(\text{aq})} + \text{KBr}_{(\text{aq})} + \text{KBr}_{(\text{aq})} = -2$$
 بروموبيوتان -2

(٢) 2- ميثيل -2- بنتانول.

$$CH_3$$
 CH_3 CH_3

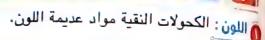
الخواص العامة للكحولات

تتناول الخواص العامة للكحولات كل من :





ولا الخواص الفيزيائية للخدولات



آ التأثير على دليل عباد الشمس : متعادلة التأثير.



والمركبات الأولى: سوائل خفيفة.

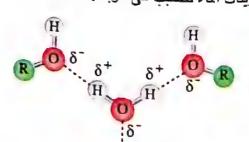
• المركبات المتوسطة: سوائل زيتية القوام.

• المركبات العالية : مواد صلبة ذات قوام شمعي.

🗿 الذوبانية في الماء :

تتميز الأفراد الأولى من الكحولات عن الألكانات المقابلة لها بأنها تمتزج بالماء امتزاجًا تامًا، وذلك لاحتوائها على $\delta - \delta + \delta - \delta$ مجموعة الهيدروكسيل القطبية (O - H) والتي تعمل على تكوين روابط هيدروچينية بين جزيئات الكحول وجزيئات الماء تتسبب في ذوبانها تمامًا في الماء.

$$R \xrightarrow{\text{I}} H \xrightarrow{\text{H}} R$$



الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الكحول وجزبنات الماء

القطرة الكحولات في الماء بزيادة كتلها المولية، ويرجع ذلك لضعف تأثير الجزء القطبي من الجزيء المناء الكحولات في الماء بزيادة كتلها المولية،

 $CH_3 - (CH_2)_5 - CH_2 - OH$ بازدياد كتلة الجزء غير القطبي من الجزي^{٠٠}

الحر ، الفطدي

240

👩 درجة الغليان :

تتميز الأفراد الثلاثة الأولى من الكحولات عن الألكانات المقابلة لها بارتفاع درجة غليانها، لاحتوائها على مجموعة الهيدروكسيل القطبية والتي تعمل على تكوين روابط هيدروچينية بين جزيئات الكحول وبعضها مما يزيد من الطاقة اللازمة لفصل هذه الجزيئات عن بعضها، فترتفع درجة غليانها.

درجة الغليان	الألكان المقابل	درجة الغليان	الكحول
-161°C	میثان	65°C	میثانول
-89°C	إيثان	78.5°C	إيثانول
-44°C	بروبان	97.8°C	ا - برونانول ،

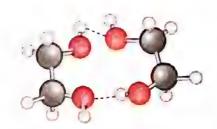
الجدول للإيضاح فقطه

Н	
$R \rightarrow 0$ R	(R)
K O H	R

الروابط البيدروجسية ببن جزينات الكحول وبعضها



تؤدى زيادة عدد مجموعات الهيدروكسيل في جزىء الكحول إلى زيادة ذوبانيته في الماء، وارتفاع درجة غليانه،
 كما يتضح من الجدول المقابل :



يرتبط الجزىء الواحد من الايثبلين جليكول بعدد 2 رابطة هيدروچينية مع الجزىء المجاور له

درجة الغليان	الكحول
78.5°C	ایثانوا C ₂ H ₅ ()
197°C	ایٹیلین جلیکول
290°C	جليسرول (C ₂ H ₅ (OH)

فسسم: درجة غليان الجليسرول أعلى من درجة غليان الإيثيلين جليكول.

لأن الجليسرول كحول ثلاثى الهيدروكسيل، بينما الإيثيلين جليكول كحول ثنائى الهيدروكسيل، وكلما زاد عدد مجموعات الهيدروكسيل فى جزىء الكحول ازدادت قدرته على تكوين روابط هيدروچينية بين جزيئاته وبعضها، مما يزيد من درجة غليانه.



تصنف التفاعلات الكيميانية للكحولات، كما يتضح من المخطط التالي :

تفاعلات الكحولات



تَفْاعِلَاتُ الْلِحُولَاتَ الْخَاصَةَ بِذُرَةَ عَيْدِرُوكِينَ مَجْمُوعَةُ الْهِيدِرُوكُسِيل

تتضمن هذه التفاعلات كل من:



تكوين الإستر



حامضية الكحولات

📶 حامضية الكحولات

- رغم أن الكحولات مواد متعادلة، إلا أنه تظهر لها صفة حامضية ضعيفة جدًا، لأن زوج الإلكترونات الذي يربط ذرة الهيدروچين بذرة الأكسچين في مجموعة الهيدروكسيل (H O) القطبية يــزاح أكثر ناحية نرة الأكسچين (الأكثر سالبية) مما يضعف الرابطة التساهمية بين الهيدروچين والأكسچين، فيسهل كسرها.
- ♦ وينظم و عدم ف العدف الحداد القويدة مثل عدم تفاعلها مع القلويات القويدة مثل البوتاسيوم K والصوديوم Na، فيدروكسيد البوتاسيوم K والصوديوم الفلاروكسيد البوتاسيوم K والصوديوم الفلاروكسيد عدث تحل هذه الفلزات محل ذرة هيدروچين مجموعة الهيدروكسيل.

• تطبيق إ تفاعل الميثانول مع البوتاسيوم

الامتحان كيمياء - شرح / ٣ ث (م: ١٤) ٣٣٧

رشاط عملي المضية الإيثانول

المواد و الأدوات المستخدمة

- أنبوبة اختبار سعة 10 mL
- قطعة صوديوم في حجم الحمصة.

الخطوات

- ضع mL 5 من الإيثانول في أنبوبة الاختبار.
- ضع قطعة الصوديوم بحرص في أنبوبة الاختبار، مع سد فوهة الأنبوبة بإصبع الإبهام ... ماذا تلاحظ ؟
 - قرب عود ثقاب مشتعل من فوهة الأنبوبة بحذر ... وأذا تلاحظ ؟

الملاحظة

و إيثانول.

بشاهد تصاعد فقاعات غازية في الأنبوية.

♦ يُسمع صوت فرقعة مميزة.

الاستنتاج

يحل الصوديوم محل هيدروچين مجموعة هيدروكسيل الإيثانول مكونًا إيثوكسيد الصوديوم مع تصاعد غاز الهيدروچين في صورة فقاعات غازية تشتعل بفرقعة عند تقريب عود ثقاب مشتعل إليه.



تتصاعد فقاعات من غاز الهيدروچين عند تفاعل الصوديوم مع الإيثانول

ملاحظات إ

- عند تبخير محلول إيلوكسيد الصوديوم يترسب إيثوكسيد الصوديوم في صورة مادة صلبة بيضاء اللون.
 - مادة إيثوكسيد الصوديوم قابلة للتميؤ (التحلل المائي) إلى إيثالول و هيدروكسيد صوديوم.

$$C_2H_5ONa_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow C_2H_5OH_{(aq)} + NaOH_{(aq)}$$
 إيثانول إيثوكسيد الصوديوم

تتفاعل الكحولات مع الأحماض الكربوكسيلية لتكوين الإسترات

الماء الناتج من هذا التفاعل مصدره:

- ذرة ميدروچين مجموعة الهيدروكسيل من جزىء الكحول.
- مجموعة هيدروكسيل مجموعة الكربوكسيل من جزىء الحمض الكربوكسيلي.

... تطبيـق أ....

تفاعل الكحول الإيثيلي (الإيثانول) مع حمض الأسيتيك (حمض الإيثانويك)

$$CH_{3}COOH_{(l)} + C_{2}H_{5}OH_{(l)} \xrightarrow{conc} CH_{3}COOC_{2}H_{5(aq)} + H_{2}O_{(l)}$$

الستر أسيتات الإيثيل كحول إيثيلي حمض الأسيتيك

كيف أمكن إثبات أن أكسجين الماء الناتج من عملية الأسترة مصدره الحمض وليس الكحول ؟

• عند معالجة الإيثانول الذي يحتوى على نظير الأكسچين الثقيل (* 180)، بحمض الإيثانويك الذي يحتوى على عند معالجة الإيثانول الذي يحتوى على نظير الأكسچين الماء الناتج هو 160 وليس 180 نظير الأكسچين المعادى (160)، وُجد أن أكسچين الماء الناتج هو 160

فسس: إضافة حمض الكبريتيك المركز عند تفاعل الكحولات مع الأحماض الكربوكسيلية لتكوين الإسترات. التخلص من الماء الناتج وبالتالى منع التفاعل العكسى وزيادة معدل التفاعل الطردى (اتجاه تكوين الإستر).

تفاعلات الكحولات الخاصة بمجموعة الهيدروكسيل (قاعدية الكحولات)

تتفاعل الكحولات بسهولة مع الأحماض الهالوچينية (HX) ...

حيث يحل الهالوچين محل مجموعة الهيدروكسيل مكونًا هاليد ألكيل وماء

• تطبیق

تفاعل الإيثانول مع حمض الهيدروكلوريك المركز

، يتفاعل الإيثانول مع حمض الهيدروكلوريك المركز في وجود كلوريد الخارصين كعامل حفاز، مكونًا كلوريد الإيثيل.

$$C_2H_5OH_{(l)} + HCl_{(l)} \xrightarrow{ZnCl_2} C_2H_5Cl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

کطورید الإیشیل کحول ایشیلی (کلوروایثان)

أداء ذاتى

وضع بالمعادلات الرمزية كيفية تحويل الإيثانول إلى كلوريد إيثيل والعكس.

🏋 رَفَاعَلَاتُ الْكُمُولَدِتُ الْخَاصَةُ بِمَجْمُوعَةُ الْكَارِبِينُولَ (أَكْسِدَةُ الْكُمُولَاتُ)

تتاكسد الكحولات بفعل العوامل المؤكسدة، مثل :

- ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز.
 - برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز.
- پتركز فعل العامل المؤكسد على ذرات الهيدروچين المتصلة بمجموعة الكاربينول، حيث يحولها إلى مجموعات هيدروكسيل.
 - پذتلف ناتج أكسدة الكحول باختلاف نوعه (أولى أو ثانوى).

أكسدة الكحولات النولية

نظرًا لاتصال مجموعة الكاربينول في الكحولات الأولية الأران ميدروجين، فإن عملية الأكسدة تتم على خطوتين، هما:

النطوة اللولى فيتكون مركب غير ثابت يفقد جزىء ماء متحولًا إلى فيتكون مركب غير ثابت يفقد جزىء ماء متحولًا إلى الدهيد (مركب ثابت).

تتصل مجموعة الكاربينول فى

الكحولات الأولية بذرتى هيدروچين

H

R - C - OH

اتصال مجموعتى هيدروكسيل بذرة كربون واحدة يجعل المركب غير ثابت

$$R - C - OH$$
 $R - C - OH$
 $R - C - OH$
 $R - C - OH$
 $R - C = 0$
 $R - C = 0$

النطوة الثالية تتأكسد ذرة الهيدروچين الأخرى ليتكون حمض كربوكسيلي

ويمكن إجمال ما سبق في المخطط التالي :

• تطبيق إ الأكسدة المستمرة للإيثانول.

أداء ذاتي

الضع بمعادلة رمزية كيفية الحصول على مركب يحتوى على المجموعة الوظيفية (COOH -) من مركب يحتوى على المجموعة الوظيفية (OH -).

وتتالط عملي كم أكسدة الإيثانول

الأدوات و المواد المستخدمة

- أنبوبة اختبار سعة 10 mL
- محلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز (محلول برتقالى اللون).

الخطوات

- ضع mL من الإيثانول في أنبوبة الاختبار.
- أضف إلى الإيثانول كمية مماثلة من محلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز.

و حمام مائی،

سخن خليط التفاعل في الحمام المائي لمدة 10 min ... ماذا تلاحظ؟

الولاحظات

- تغير لون المحلول من البرتقالي إلى الأخضر.
 - تصاعد رائحة الخل من خليط التفاعل.

الاستنتاج

يتأكسد الإيثانول بفعل محلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز إلى حمض الإيثانويك المميز برائحة الخل.



🎳 إيثانول.

يتحول اللون من البرتقالي إلى الأخضر بعد التسخين في الحمام الماني

ا ملحوظة ع

عند تكرار النشاط السابق مع تغيير العامل المؤكسد بمحلول برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز، يلاحظ زوال لون البرمنجنات البنفسجي



يزول لون البرمنجنات البنفسجى بعد التسخين في الحمام الماني

الكشف عن تعاطى السائقين للكحوليات

بسندم تفاعل احسدة الليالية بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز ، _{الك}شف عن تعاطى السائشين العدولية، كالتالى :





اختبار الكشف عن تعاطى المشروبات الكحولية

، يسمح للسائق بنفخ بالون من خلال أنبوبة بها مادة سيليكاچل مشبعة بمطول ثاني كرومات البوتاسيوم المهضة بحمض الكبريتيك المركز،

، بترك البالون ليخرج منه هواء زفير السائق من خلال الأنبوبة، فإذا كان السائق من متعاطى الكحوليات (الخمور)، بنفير لون ثانى كرومات البوتاسيوم داخل الأنبوبة من اللون البرتقالي إلى اللون الأخضر.

أكسدة الكحولات الثائريا

انظراً لاتصال مجموعة الكاربينول في الكحولات الثانوية بذرة هيدروچين واحدة، فإن عملية الأكسدة تتم على

خطرة واحدة مكونة كيتون.

كىتون كسول ثانسوي

السدة مركب 2- بروبانول (كحول ثانوي)،

اداء ذاتي

وضع بمعادلة رمزية كيفية الحصول على مركب يحتوى على المجموعة (C = O) من مركب يحتوى على المجموعة (CHOH).

ملحوظة إ



لا تتأكسد الكحولات الثالثية بالعوامل المؤكسدة العادية، لعدم ارتباط مجموعة الكاربينول في الكحولات الثالثية بذرات ميدروچين

يُفَاعِلَاتُ الْكَمِولِاتِ الطَّاحِيةَ بِالْجِرْيِءِ كِلِّهِ (يَقَاعِلَ يَزْعِ جِزْيٍ، مَاءِ مِن الْكَحُولُ)

- تتفاعــل الكحولات مع حمض الكبريتيك المركز، ويتوقف ناتج التفاعل على:
 - عدد جزيئات الكحول المتفاعلة.
 - درجة حرارة التفاعل.
 - تطبيق إ تفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز.

140°C

180°C

ينتزع جزىء ماء من كل جزيئين من الكحول

ينتزع جزىء ماء من كل جزىء كحول

جزىء إثير ثنائي الإيثيل

$$2C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow{conc H_2SO_4} C_2H_5OC_2H_{5(g)} + H_2O_{(v)}$$
 $C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow{conc H_2SO_4} C_2H_{4(g)} + H_2O_{(v)}$ ایشین الجیشل الج

جزىء ايثين

$$C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow{\text{tolic } H_2SO_4} C_2H_{4(g)} + H_2O_{(v)}$$
ایشین ایثانول

أداء داتي

اكتب المعادلة الرمزية الدالة على تفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز عند درجة حرارة 80°C

الأهمية الاقتصادية للكحولات

نستعرض الأهمية الاقتصادية لثلاثة مركبات مختلفة من الكحولات تبعًا لعدد مجموعات الهيدروكسيل فيها، التالي :

الأهمية الاقتصادية

الكحول

الكحول الإيثيلي (کدول أدادي الهيدروكسيل)



يستخدم كمذيب للمركبات العضوية مثل الزيوت والدهون وفى الصناعات الكيميائية مثل صناعة الأدوية والطلاء والورنيش



يستخدم في محاليل تعقيم الفم والأسنان عن طريق المضمضة كمادة مطهرة، لقدرته على قتل الميكروبات



يستخدم في صناعة الروائح العطرية



يستخدم كوقود السيارات - بعد خلطه بالجازولين -في بعض البلدان كالبرازيل



يدخل في تكوين الكحول المحول الذي يستخدم كوقود منزلي وفى بعض الصناعات الكيميائية



تملأ به الترمومترات التي تقيس درجات الحرارة المنخفضة (حتى 50°C-) وذلك لانخفاض درجة تجمده (-110.5°C)

ُ الْمُنْذِمُ الْإِيثَانُولَ في صناعة المشروبات الكحولية (الخمور)، ولهذه المشروبات أضرار جسيمة على صحة الإلسان، مثل : * تَنَّذِ الْإِيثَانُولُ في صناعة المشروبات الكحولية (الخمور)، ولهذه المشروبات أضرار جسيمة على صحة الإلسان، مثل • سرطان المعدة والمرىء. * تليف الكبد.

الاماتحانا كيمياء -شرح/٣ ث (١: ١٤) ٥٤٣

الأهمية الاقتصادية

الكحول



يستخدم في مبردات السيارات في المناطق الباردة كمادة مانعة للتجمد



يستخدم فى سوائل الفرامل الهيدروليكية وأحبار الأقلام الجافة وأحبار الطباعة، للزوجته العالية



يستخدم فى تحضير ألياف الداكرون



یستخدم فی تحضیر البولیمر العروف باسم بولی إیثیلین جلیکول (PEG) الذی یدخل فی صناعة أفلام التصویر و شرائط التسجیل



يستخدم كمادة مرطبة للجلد في مستحضرات التجميل والكريمات

يدخل في صناعة النسيج، لأنه يكسب الأقمشة المرونة والنعومة الإیثیلین جلیکول (1 ، 2 – ثنائی هیدروکسی ایثان) (کحول ثنائی الهیدروکسیل)

الجليسرول

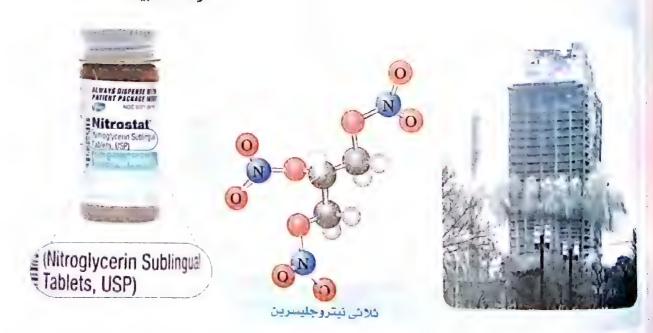
(1 ، 2 ، 3 – ٹلاٹی ھیدروکسی بروبان) (کحول ٹلاثی الھیدروکسیل) بيثرة الجليسرول بواسطة خليط من حمضى النيتريك و الكبريتيك المركزين تعطى مركب ثلاثى نيتروجليسرين (ليتروجليسرول)

$$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{OH} \\ \text{CH} - \text{OH} \\ \text{CH} - \text{OH} \\ \text{CH}_2 - \text{OH}_{(l)} \\ \text{CH}_2 - \text{OH}_{(l)} \\ \text{CH}_2 + \text{OH}_{(l)} \\ \text{CH}_2 - \text{OH}_{(l)} \\ \text{CH}_2 - \text{OH}_{(l)} \\ \text{CH}_2 - \text{OHO}_{(l)} \\ \text{CH}_2 - \text{OHO}_{($$

سيستخدم مركب ثلاثي نيتروجليسرين في:

أدوية توسيع الشرايين
 المستخدمة في علاج
 الأزمات القلبية

• صناعة المتفجرات



داءذاتي	
(3)10 011	

الكر أنواع مجموعات الكاربينول الموجودة في الجليسرول،

وما ناتع أكسدة هذه المجموعات ؟

الفينولات

تعتبر الفينولات مشتقات هيدروكربونية أروماتية تتصل فيها مجموعة هيدروكسيل أو أكثر مباشرةً بذرات كربون حلقة البنزين.

تصنيف الفينولات

بمكن تصنيف الفينولات، كما يتضح من الجدول التالى :

فينولات ثلاثية الهيدروكسيل	فينولات ثنائية الهيدروكسيل	فينولات أحادية الهيدروكسيل	
ОН	OH OH	OH OH	مثـــــل
بيروجالول	كاتيكول	فينول	تسمية الأيوباك
3،2،1 ثلاثى ھيدروكسى بنزين	2،1- ثنائى ھىدروكسى بنزين	هیدروکسی بنزین	تسميات أخرى

وسوف نتناول بالدراسة مركب الفينول كمثال للفينولات.



الفينول (حمض الكربوليك)

◄ الفينول مركب عضوى له أهمية صناعية كبيرة،
 لاستخدامه كمادة أولية فى تحضير كثير من المنتجات،

- مثل :
- البوليمرات. الأصباغ.
- المطهرات.
 - مستحضرات السلسليك (كالأسبرين).

طرق تحضير الفيتول

من قطران الفحم

أداء ذاتي

بُحضر الفينول بالتقطير التجزيئي لقطران الفحم.

التحلل المائى للمركبات الهالوچينية الأروماتية في وسط قلوي

يُحضر الفينول بالتحلل العائى لمركب كلوروبنزين في وسط قلوى في درجة حرارة مرتفعة 300°C وتحت ضغط عال 300 atm

(١) وضح بالمعادلات الرمزية كيفية الحصول على الفينول من بنزوات الصوديوم.

(٢) رتب الخطوات الآتية للحصول على الفينول من كربيد الكالسيوم:

- هلحنة.
- تحلل مائي في وسط قلوي.

• تنقبط ماء.

• بلمرة حلقية.

الخواص العامة للفينول

تتناول الخواص العامة للفينول كل من:



أولا الخواص الفيرياثية للفينول

النالة الفيزبائية: مادة صلبة كاوية للجلد.

وائحة إنو رائحة نفاذة مميزة.

وردة الونصهار: ينصبهر الفينول عند 43°C

النوبان في الماء: شحيح الذوبان في الماء، ويزداد ذوبانه برنع درجة الحرارة، ويمتزج تمامًا بالماء عند 65°C



بظورات الفينول الصلبة وردية اللون

4 بسيلك الفييسول مسيلك الكحيولات في يعيس النفاعيلار الكمعانين إلا أن يعيمس بفاعات بخشف نعاما عن بعص الحواص الكيميانية للقبنول مقاعلات الكحولات،

بيترة المبنول

الغوامن الليمنائية للمينول معاربه باللحول



راعسما وتعلمه مع المورمالدهيد







دامضية الفينول مقارلة بدامضية الكدول

- يتشابه العيبرل مع الكحرل في احتبواء كن سبباً على مجموعة الهيدروكسيل ١١٠() -١-
- ه وقطبية الرابطة (11 ()) نكست كلا س العبيرل و الكمرل صلة بالنقالة تطهر في ند يمهما مع الفلزات القوية مثل الصوديوم وتصاعد غاز الهبدروجين

$$2C_2H_5OH + 2Na \longrightarrow 2C_2H_5ONa + H_2$$

 حامضية الفيلول - رغم ضعفها - أقوى من حامضية الكحبول، لأن حلقة البنزين في الفينول، تزيد من طول الرابطة (O-H) وتضعفها، وبالتالي يسبهل انفصال أيون الهيدروجين، ليزا يعتبر الفينول حفض ويسمى بح**مض الكربوليك ويستدل على قوة هامديية** الفينول <mark>مقارنة</mark> محامضية الكحول، **من قدرة الفينول علس النفاعل مع القواعد القو**مة مثل هيدروكسيد الصوديوم وهو ما لا يقدر عليه الكحول.

فيم pH لمحاليل الشيول المحتلفة أقل من 7 16.5 يا التراوح عا دي 5. 16

، وبهكن تلخيص ما سبق في الجدول التالي :

R - OH الكحول	Ar - OH	التفاعل مع
$R - ONa + H_2$	$Ar - ONa + H_2$	ונספנינפת
لا يحدث تفاعل	$Ar - ONa + H_2O$	فأداقهمات الصفدناقط

أداء ذاتي

ن المواد الاتية تصاعديًا تبعًا لقيمة pOH لمحاليلها المائية :

• القينول.

ونينوكسيد الصوديوم.

• أسيتات الأمونيوم.

تغلفل القينول مع الأحماض الجالوجينية

• النفاعل الفينول عع الأحماض الهالوچينية - كحمض الهيدروكلوريك - طي عكس الكحول، لأن اتصال مجموعة الهيدروكسيل بطقة البنزين في الفينول يؤدي إلى قصدر الرابطة (C - O) بيزنرة كربون حلقة البنزين وذرة أكسچين مجموعة الهيدروكسيل، سايزيد من قوتها، لذا لا يمكن نزع مجموعة الهيدروكسيل من الجنرل عند إضافة الأحماض الهالوچينية إليها بعكس الكحول.

$$C_2H_5OH_{(l)} + H_1Cl_{(l)}$$
 $C_2H_5Cl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$ کورید الإیشیل کورید الإیشیل

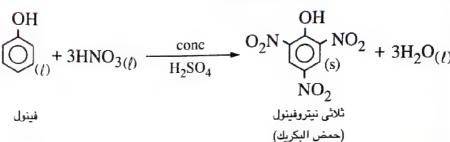
1.36 Å () O H 1.42 Å H₃C -O H alet (C - ()) هي الفينول الرابطة (C - ()) هي الفينول السيان الله المينا الول

ليترة الفينول





جزىء حمض البكريك (4.2.6 - ثلاثى نيتروفينول)



اً أهمية حمض البكريك

- مستخدم كمادة متفجرة.
- يستخدم كمادة مطهرة لعلاج الحروق وهو يصبغ الجلد باللون الأصفر ولا تسهل إزالته ويبقى عدة أيام إلى أن تتجدد طبقة الجلد الخارجية (البشرة).



حمض البكريك يدخل في التركيب الكيميائي لمنقار طائر النورس وهو المسئول عن اصفرار لونه

البلمرة بالتكاثف

- سبق لك فى الدرس الرابع دراسة طريقتين أساسيتين لعملية البلمرة وهما البلمرة بالإضافة والبلمرة بالتكاثف.
- وتُعرف البوليمرات الناتجة من عملية البلمرة بالتكاشف باسم بوليمرات التكاثف وهي بوليمرات مشتركة تنتج عادةً من ارتباط نوعين من المونومر مع فقد جزىء بسيط مثل الماء.

الجزىء البسيط الذى يُفقد أثناء تكوين البوليمر المشترك ليس بالضرورة أن يكون جزىء ماء، فقد يكون جزىء ميثانول أو غيره

· ويعبر عن تكوين البوليمر المشترك الناتج من عملية البلمرة بالتكاثف بالمعادلة التالية :

تطبيق إعملية بلمرة بالتكاثف.

C - C - O - O -

أداء ذاتى

يعبر عن أحد البولى إسترات بالشكل البنائي المقابل:

(٢) استنتج الصيغة البنائية للمونومرين المستخدمين في إنتاج هذا البوليمر بإكمال الصيغة البنائية لكل منهما.

C - C	00	

و تفاعل الفينول مع الفورمالدهيد 🝾

بتفاعل الفينول مع الفورمالدهيد في وسط حامضي أو قاعدى لتكوين بوليمر مشترك
 وباستمرار عملية البلمرة بالتكاثف للبوليمر المشترك الناتج يتكون بوليمر الباكليت.

فطوات تكوين بوليمر الباكليت

◊ يتفاعل كل جزىء من الفورمالدهيد مع 2 جزىء من الفينول لتكوين جزىء بوليمر مشترك مع فقد جزىء ماء.

◊ ترتبط جزيئات البوليمر المشترك بالتتابع لتكوين بوليمر الباكليت.

خصائص الباكليت

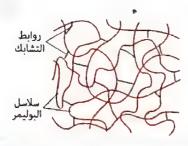
من أنواع البلاستيك الشبكي.

الونه بنى قاتم.

عازل جيد للكهرباء، لذا يستخدم

فى صناعة الأدوات الكهربية.

بتعمل درجات الحرارة العالية، لذا بستخدم في صناعة طفايات السجائر.



تر تبط سلاسل بوليمر الباكليت ببعضها عن طريق روابط تساهمية تعرف بروابط التشابك cross-linked (شبكة ثلاثية الأبعاد) لذا يعرف نوع هذا البوليمر بالبوليمر الشبكي



يستخدم الباكليت في صناعة الأدوات الكهربية





يمكن الكشف عن الفينول

بطريقتين، هما:



إضافة قطرات من مصاء البصروم

إلى محلول مائي من الفينول

إضافة قطرات من محلول كلوريد الحديد (١١١)

محلول مائي من الفينول

(يتكون



يتكون لون بنفسجي عند تفاعل الفينول مع كلوريد الحديد ([[])

فينول

أداء ذاتي

ما أثر إضافة كلوريد الحديد (١١١) إلى كل من:

- (١) محلول هيدروكسيد الصوديوم،
 - (٢) محلول الفينول في الماء.

	فينول و الإيثانول ؟	كيف يمكنك التمبييز بين ال
الإيثانول	الفينول	التجربة العملية
لا يحدث تفاعل	يتكون لون بنفسجى	عند إضافة قطرات من محلول كلوريد الحديد (III) إلى محلول كل منهما

الكحيل	السال	
R - OH	Ar – OH	dates decos
متعادل التأثير	حامضي التأثير	ریتانیر علی ارزیل عباد انشمس
مجموعة الألكيل في الكحول تقلل من طول الرابطة (H – O) فتقويها. مما يؤدي إلى صعوبة انفصال "H، لذا يتفاعل الكحول مع الصوبيوم ولا يتفاعل مع هيدروكسيد الصوبيوم الضعيفة أكبر من حامضية الكحول	حلقة البنزين في الفينول تزيد من طول الرابطة (H – 0) فتضعفها، مما يؤدي إلى سهولة انفصال ⁺ H، لذا يتفاعل الفينول مع الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم ويشكل عام فإن حامضية الفينول	قوة العفة الدامصية
يتفاعل مع الفلزات القوية (مثل الصوبيوم) مكونًا كوكسيد الفلز ويتصاعد غاز الهيدروچين 2R − OH + 2Na → 2RONa + H ₂	يتفاعل مع الفلزات القوية (مثل الصوديوم) مكونًا فينوكسيد الفلز ويتصاعد غاز الهيدروچين 2ArONa + H ₂	التفاعل مع الفنزات القوية
لا يتفاعل مع القواعد القوية	يتفاعل مع القواعد القوية (مثل NaOH) مكونًا فينوكسيد الفلز و ماء ArONa + H ₂ O	التعاعل مع انفواعد القوية
يتفاعل مع الأحماض الهالوچينية (مثل HCl) مكونًا هاليد ألكيل و ماء مكونًا هاليد ألكيل و ماء R-OH+HCl ZnCl ₂ - R-Cl+H ₂ O	لا يتفاعل مع الأحماض الهالوچينية	انتفاعل مع الاحماض العالوجينية

الدرس

الأحماض الكربوكسيلية

- أكثر المواد العضوية حامضية، إلا أنها ليست أحماضًا قوية كالأحماض المعدنية مثل:
 HNO₃ · H₂SO₄ · HCI ،

مجموعة الكربوكسيل (COOH –) وقد اشتق اسمها من كونها مجموعة مركبة من مجموعتى الكربونيل والهيدروكسيل.

م. کربونیل — HO – C میدروکسیل سے م. کربوکسیل سے

الأحماض الكربوكسيلية هي مجموعة متجانسة من المركبات العضوية، تتميز بوجود مجموعة أو أكثر من مجموعات الكربوكسيل
 COOH –)، وهي تعتبر مشتقات للهيدروكربونات الأليفاتية أو الأروماتية.

تصنيف النحماض العضوية على أساس نوعها

الأحمياض العضيوية

قد تكون :

أحماض اليفاتية أحماض أروماتية

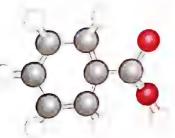
الصيغة العامة ،

Ar - COOH

تتصل فيها مجموعة الكربوكسيل بمجموعة الكيل (R) تتصل فيها مجموعة الكربوكسيل بمجموعة أريل (Ar)

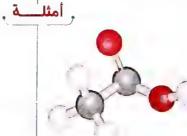
R-COOH

تتصل فيها مجموعة الكربوكسيل بمجموعة الكيل (R) «يمكن استبدال مجموعة R بذرة H»

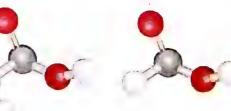


СООН

(C₆H₅COOH) حمض بنزوبك



0 اا CH₃-C-OH CH₃COOH



O H - C - OH HCOOH حمض فررمیك

تسنيف الأحماض العصوية على أساس قاعدية الحمض

قاعدية الحمض هي عدد مجموعات الكربوكسيل الموجودة في الجزيء الواحد من الحمض العضوي.

تصنف الأحماض العضوية إلى

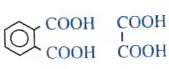
أحماض ثنائية الكربوكسيل (ثنائية القاعدية)

إيماض أحادية الكربوكسيل (أحادية القاعدية)





حمض تيرفثاليك



حمض أكساليك حمض فثاليك



CH₃COOH

هناك أحماض عضوية تتضمن مجموعات وظيفية أخرى بالإضافة لمجموعة الكربوكســيل

الأحماض الأمينية

تتضمن مجموعة الأمينو بالإضافة لمجموعة الكربوكسيل

NH2CH2COOH

حمض جلايسين

الأحماض الهيدروكسيلية •---

تتضمن مجموعة الهيدروكسيل بالإضافة لمجموعة الكربوكسيل

 $CH_3 - CH - COOH$

حمض لاكتبك

فسر: يسلك حمض السلسليك مسلك الحمض

والغينسول فسى التفاعسلات الكيميسائيسة. بسلك فى بعض التفاعلات كحمض لاحتوائه على مجموعة الكربوكسيل، ويسلك كفينول في تفاعلات أخرى لاحتوائه على مجموعة الهيدروكسيل.

الله الأحماض الأليفاتية أحادية الكربوكسيل مصطلح الأحماض الدهنية، لأن عدد كبير منها يوجد في المون والزيوت على هيئة إسترات مع الجليسرين.

تسمية الأحماض الكربوكسيلية

التسمية الشائعة

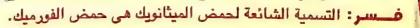
تسمى الأحماض الكربوكسيلية عادةً بأسماء شائعة مشتقة من الاسم اللاتينى وأحيانًا الإغريقي للمصدر الذي حضرت منه

تسمية الأيوباك

يبدأ اسم الحمض بكلمة حض يعقبها اسم الألكان منتهيًا بالخاتمة (- ويك) «أي يكون على وزن حمض ألكانويك»

ويوضح الجدول الأتى التسمية الشائعة و تسمية الأيوباك لبعض الأحماض الكربوكسيلية :

تسمية الأيوباك للحمض	الألكان المقابل للحمض	الاسم الشائع للحمض	الاسم اللاتينى للمصدر الذى حضر منه الحمض	الحمض الكربوكسيلي
حمض میثانویك	CH ₄ میٹان	حمض فورميك	Formica النمل (Ant)	Н – СООН
حمض إيثان ويك	C ₂ H ₆ إيثان	حمض أسيتيك (حمض خليك)	Acetum الخل (Vinegar)	CH ₃ - COOH
حمض بیوتانویك	C ₄ H ₁₀ بیوتان	حمض بيوتيريك	Butyrum الزبد (Butter)	C ₃ H ₇ - COOH
حمض هکسادیکان ویك	C ₁₆ H ₃₄ هکسادیکان	حمض بالمتيك	Palma النخيل (Palm tree)	С ₁₅ Н ₃₁ – СООН



لأن الحمض حضر أول مرة - عام 1670 - من تقطير النمل الأحمر المطحون واسمه باللاتينية Formica

مثيال 🛈

اكتب تسمية الأيوباك للأحماض الكربوكسيلية التالية:

الحــــل

١٠ حمض بيوتانويك،

٢ - 3 ميثيل حمض بنتانويك.

0 مالين

اللب الصيغة البنائية لمركب 5 - هيدروكسى حمض هكسانويك.

فكرة الحل

نينهد فكرة الحل على مهارة تحليل اسم المركب، كما يتضع من المخطط المقابل، شم تحويل ما تم استنباطه إلى رسم الصيغة البنائية من خلال عدة خطوات، كالتالى:

يتضمن المركب مجموعة الكربوكسيل COOH – الخاصة بالحمض العضواب

5 - هېدروکسۍ حمض مکسانوبك

أطول سلسلة كربونية (السلسلة الاساسيه) تحتوى على 6 ذرات كربون

تتفرع مجموعة هبدروکس<mark>یل ۱۱</mark>۱ر:—، من ذرة الكربون رقم 5

خطوات الحل

كتابة مجموعة الكربوكسيل الخاصة بالحمض العضوى وترقم ذرة كربون هذه المجموعة بالرقم 1

إضافة 5 ذرات كربون أخرى إلى ذرة الكربون رقم 1 بحيث تصبح السلسلة مكونة من 6 ذرات كربون

> إضافة مجموعة هيدروكسيل (OH) -) على ذرة الكربون رقم 5

إضافة ذرات هيدروچين إلى ذرات الكربون ما يكمل تكافؤها الرباعي

التطبيق

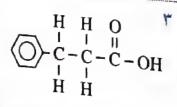
HO
$$-\frac{0}{1}$$
 $-\frac{0}{2}$ $-\frac{0}{3}$ $+\frac{0}{5}$ $-\frac{0}{6}$

ОННННН HO - C - C - C - C - C - H H H H OH H

لتب الصيغة البنائية للأحماض الكربوكسيلية التالية:

ا ²- كلورو حمض إيثانويك.

7 3- ميثيل حمض بيوتانويك،



٣ 3- فينيل حمض بروبانويك،

مثال 🚯

، $C_4H_8O_2$ ارسم الصيغة البنائية لأيزومرين من الأحماض الكربوكسيلية صيغتهما الجزيئية من الأحماض مع ذكر تسمية الأيوباك لكل منهما.

الحـــــل

وسوف يُكتفى من الأحماض الكربوكسيلية بدرا<mark>سة</mark>

اولا حمق افسيتياك

كمثال للأحماض الأليفاتية أحادية الكريوكسيل



نابنا جييض التيدويـك

كمثال للأحماض الأروماتية

أحادية الكربوكسيل





C₆H₅COOH حمض البنزويك

CH₃COOH

حمض النسيتيك (حمض البيثانويك) CH ,COOH(

طرق تحضير حمض الأسيتيك

يتم تحضيره في الصناعة بطريقتين،

دما:



الطريقة الحيوية

77.

تحضير حمض الاستخباء مس الصفاعة بالطريقة الحيوية

بُعضر الخل (حمض أسيتيك %4) في مصر باكسدة محلول مخفف من الكحول الإيثيلي بواسطة أكسوين الهواء الجوى في وجود نوع من البكتيريا تُعرف ببكتيريا الخل.

تحضير حمض الدسيتيك من الصناءة س الأسيتيلين

ا يُحضر حمض الأسيتيك بهذه الطريقة على نطاق واسع في الصناعة، حيث تتم عملية هيدرة حفزية للأسيتيلين، فينتج الأسيتالدهيد الذي يتأكسد بدوره بسهولة إلى حمض الأسيتيك.

$$H-C \equiv C-H_{(g)}+H_2O_{(l)} \xrightarrow{H_2SO_4(40\%)} CH_3-CHO_{(l)} \xrightarrow{[O]} CH_3COOH_{(l)}$$
 حمض أسيتيك

اداء ذاتى وضح بالمعادلات الكيميائية الموزونة:

(١) الهيدرة الحفزية للإيثاين، ثم أكسدة المركب الناتج.

٢) تعضير حمض بيوتانويك من الكحول المناسب.

الخواص العامة للأحماض الأليفاتية

تتناول الخواص العامة للأحماض الأليفاتية كل من:



الخواص الفيزيائية للأحماض الذليفاتية

الله النواص الفيزيائية للأحماض العضوية بزيادة كتلها المولية، وتعتمد هذه الخواص على ثلاثة عوامل، هى :

· نطبية مجموعة الكربوكسيل.

الروابط الهيدروچينية بين جزيئات الحمض وبعضها أوبين جزيئات الماء. أوبين جزيئات الماء. أعد نرات كربون السلسلة الأساسية.

 $0^{\delta^{-}}$ $0^{\delta^{-}}$ $0^{\delta^{+}}$ $0^{\delta^{+}}$ $0^{\delta^{+}}$ $0^{\delta^{-}}$ $0^{\delta^{+}}$

تتكون مجموعة الكربوكسيل من مجموعتي الكربونيل والهيدروكسيل القطبيتين

الامتحان كيمياء -شرح/٣ ث (م: ١٤) ١٢٣١

• ويمكن إيضاح ذلك بدراسة ثلاث خواص فيزيائية، هى :



الحالة الفيزيائية للتحماض التليماتية

♦ تتدرج الحالة الفيزيائية و الرائحة للأحماض الأليفاتية بزيادة كتلها المولية، كما يتضح من الجدول التالى:

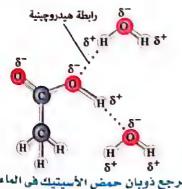
الافراد العليا	الأفراد المتوسطة	الأفراد الأربعة الأولى	
صلبة	سوائل زيتية القوام	سوائل كاوية	الحالة الفيزيائية
عديمة الرائحة	كريهة الرائحة	ذات رائحة نفاذة	الرائحة

🪺 دُوبِانية النَّحماض النَّليفانية في الماء

◄ تقل ذوبانية الأحماض الأليفاتية في الماء بزيادة كتلها المولية، كما يتضح من الجدول التالى :

الأفراد العليا	اللفراد المتوسطة	الأفراد الأربعة الأولى
غير قابلة للذوبان في الماء	شحيحة الذويان في الماء	تامة الذوبان في الماء

وترجع الذوبانية التامة للأفراد الأربعة الأولى
 إلى قطبيتها وقدرتها على تكوين
 روابط هيدروچينية مع الماء.



يرجع ذوبان حمض الأسيتيك في الماء إلى تكوين روابط هيدروجينية مع الماء

أداء ذاتى

قارن بين الأفراد الأربعة الأولى في كل من الألكانات و الأحماض الأليفاتية، من حيث :

الحالة الفيزيائية، • القطبية، • الذوبان في الماء.

الذوبان في الماء	القطبية	الحالة الفيزيائية	
			OUISIN
***************************************			الأدماض الأليفاتية

ورجة غليان النجماض الذليفانية

عند مقارنة درجة غليان الحمض الكربوكسيلى بدرجة غليان الكدول المساوى له في مدد ذرات الكربون أو في الكتابة المولية عمد ذرات الكربون أو في الكتابال المسابي يتضح من الجدول المقابال المنان درجة غليان الحمض الكربوكسيلي تكون مي الأعلى، لارتباط كل جزيء من الحمض الكربوكسيلي برابطتين هيدروچينيتين مع الجزيء الأخروه ما يكسبه ثباتًا بالمقارنة بالكحول الذي برتبط كل جزيئين منه برابطة هيدروچينية واحدة.

درجة الغليان (°C)	الكتلة المولية (g/mol)	المركبات ميليه
100	46	الا عبدالم HCOOH مجمض الفورميك.
78.5	46	C ₂ H ₅ OH الإيثانول
118	60	CH ₃ COOH حمض الأسيتيك
97.8	60	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH ا – بروبانول

R-C, O-HO, C-R	R-C, O-HO, C-R	
----------------	----------------	--

يرتبط كل جزيئين من الحمض الكربوكسيلي برابطتين هيدروچينيتين

الماء المركبات الآتية تنازليًا حسب قطبيتها ودرجة غليانها:

• CH₃OH

 $\bullet C_2H_6$

• CH₃COOH

الخواص الكيميائية للأحماض الأليفاتية

التفاعلات الكيميائية للأحماض الأليفاتية، كما يتضح من المخطط التالى :

تفاعلات الأحماض الأليفاتية



تفاعلات خاصة بمجموعة الهيدروكسيل O II R ~ C **!**~ O ~ H

تفاعلات خاصة بذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل O R - C - O - H

تفاعلات اللَّعماض النَّاليفاتية الخاصة بذرة هيدروچين مجموعة الهيدروكسيل (تفاعلات الخاصية الحامضية)

تظهر الخاصية الحامضية في الأحماض الأليفاتية في تفاعلها مع :

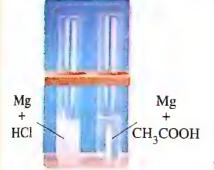
فلـــزات أكاسيد الفلزات هيدروكسيدات الفلزات أملاح الكربونات أو البيكربونات

تفاعل الدّماض الدُليفاتية مع الفلزات



◄ يتفاعل حمض الأسيتيك مع الفلزات التي تسبق الهيدروچين
 فـــى سلسلة الجهود الكهربية كفلز الماغنسيوم مكونا
 ملح الحمض ويتصاعد غاز الهيدروچين.

2CH₃COOH_(aq) + Mg_(s) → (CH₃COO)₂Mg_(aq) + H_{2(g)}



تفاعل الماغنسيوم مع حمض الأسيتيك أضعف من تفاعله مع حمض الهيدروكلوريك

أداء ذاتي

أيًا من المواد الآتية لا تتفاعل مع الصوديوم ؟ مع تفسير إجابتك.

• C_6H_5OH • CH_3COOH • CH_3OCH_3 • C_2H_5OH

ے ت

تفاعل النّحماض النّليفاتية مع أكاسيد الفلزات

، يتفاعل حمض الأسـيتيك مع أكاسيد الفلزات **مكونًا ملح الحمض و ماء**.

2CH₃COOH_(aq) + CaO_(s) → (CH₃COO)₂Ca_(aq) + H₂O_(ℓ)
مسیتات کالسیوم

تفاعل التُحماض التُليفاتية مع هيدروكسيدات الفلزات

◄ يتفاعل حمض الأسيتيك مع هيدروكسيدات الفلزات (القلويات) (تفاعل تعادل) مكونًا ملح الدمض و ماء٠

377

تفاعل الدّحماض الدُليفاتية مع كربونات أو بيكربونات الفلزات

بتفاعل حمض الأسيتيك مع كربونات أو بيكربونات الفلزات معون ملح الحمض و ماء ويتصاعد غاز ثاني اكســيد الكربون.

CH₃COOH_(aq) + NaHCO_{3(s)} -حمض أسيتيك

 $\mathrm{CH_3COONa_{(aq)}} + \mathrm{H_2O_{(\ell)}} + \mathrm{CO_{2(g)}}$ أسيتات صوديوم



تتصاعد فقاعات من غاز, CO عند تفاعل حمض الأسيتيك مع ملح كربونات

أداء ذاتى وضح بالمعادلات الرمزية كيفية الحصول على الميثان من حمض الإيثانويك.

تفاعلات خاصة بمحمومة الهيدروكسيل (تفاعلات تكوين الاسترات)

• تتفاعل الأحماض الأليفاتية مع الكحولات مكونة استر و ماء.

 $R - \overset{\text{II}}{C} - OH + H - OR \xrightarrow{\text{conc}} R - \overset{\text{II}}{C} - OR + H_2O$

تطبيق إلى تفاعل حمض الأسيتيك مع الكحول الإيثيلي لتكوين إستر أسيتات الإيثيل وماء.

 $\text{CH}_{3}\text{COOH}_{(\ell)} + \text{C}_{2}\text{H}_{5}\text{OH}_{(\ell)} \xrightarrow{\text{conc}} \text{CH}_{3}\text{COOC}_{2}\text{H}_{5(\text{aq})} + \text{H}_{2}\text{O}_{(\ell)}$ إستر أسيتات الإيثيل

تفاعلات خاصة بمجموعة الكربوكسيل (تفاعلات اختزال الأحماض العضوية)

تختزل الأحماض الكربوكسيلية بواسطة الهيدروچين في وجود عامل حفاز مثل كرومات النحاس (II) 4 CuCrO

 $CH_3COOH_{(aq)} + 2H_{2(g)} \xrightarrow{CuCrO_4} C_2H_5OH_{(v)} + H_2O_{(v)}$ ^{عند درجة} حرارة 200°C

كحول إيتيلى في المحولات الأولية إلى أحماض عضوية. ويعتبر هذا التفاعل عكس تفاعل أكسدة الكحولات الأولية إلى أحماض 770

الحتميناء العصوتو —

أداء ذاتي

- (١) وضح بالمعادلات الكيميائية كيفية:
- (1) تحويل مجموعة الكربوكسيل بمركب عضوى إلى مجموعة هيدروكسيل.

(ب) الحصول على مركب عضوى يحتوى على المجموعة الفعالة (-O-) من مركب أخر يحتوى على المجموعة الفعالة (-COOH).

(٢) أعد ترتيب الخطوات الآتية للحصول على الميثان من السكروز:

• تقطير جاف، • تعادل. • تخمر كحولي.

🎳 تحللُ مائي.

• أكسدة تامة.

الكشف عن حمض الأسيتيك

ن كشف الحامضية :

عند إضافة حمض الأسيتيك إلى ملح كربونات أو بيكربونات صوديوم، يحدث فوران لتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير الرائق.

🚺 كشف الأسترة :

تتفاعل الأحماض العضوية مع الكصولات مكونة الإسترات المميزة برائحتها الزكية (روائح الزهور أو الفاكهة تبعًا لنوع الحمض والكحول).





كشف الحامضية

كيف يمكنك التمييزبين حمض الإيثانويك و الإيثانول.

الكشف المعملى حمض الإيثانويك الإيثانول منهما إلى يحدث فوران ويتصاعد غاز CO2 لا يحدث تفاعل ملح بيكربونات صوديوم الذي يعكر ماء الجير الرائق

ريال حمض البنزويك C₆H₅COOH

ألكلة.

بُعضر حمض البنزويك بأكسدة الطولوين بالهواء الجوى عند درجة حرارة 400°C في وجود خامس أكسيد القانديوم V2O5 كعامل حفاز.

$$COOH$$
 $2 \bigcirc + 3O_{2(g)} \xrightarrow{V_2O_5} 2 \bigcirc_{(aq)} + 2H_2O_{(v)}$
 $2 \bigcirc + 3O_{2(g)} \xrightarrow{400^{\circ}C} 2 \bigcirc_{(aq)} + 2H_2O_{(v)}$

أعد ترتيب الخطوات الآتية للحصول على حمض البنزويك من الإيثاين،

مع كتابة المعادلات الرمزية المعبرة عن كل خطوة :

• أكسدة. • بلمرة ثلاثية.

الخواص العامة للأحماض الأروماتية

تتناول الخواص العامة للأحماض الأروماتية كل من:



الفواص الفيزيائية للأحماض الأروماتية

عن مقارنة الأحماض الأروماتية بالأحماض الأليفاتية، نجد أن:

الأحماض الأروماتية أقوى قليلًا من الأحماض الأليفاتية وأقل منها ذوبانًا في الماء، وأقل منها تطايرًا.

أداءذاتي

رنب الركبات الآتية تصاعديًا حسب قوة الحامضية:

• حمض الأسيتيك. • حمض الهيدروكلوريك، • حمض البنزويك.

777

• الكحول الإيثيلي.

الخواص الكيميائية للأحماض الذروماتية

LUB

· تَصنفُ التَفاعلات الكيميائية للأحماض الأروماتية، كما يتضح من المخطط التالي :





تفاعلات خاصة **بمجموعة الكربوكسيل** تشبه تلك التى تحدث فى الأحماض الأليفاتي<mark>ة</mark>

تفاعلات خاصة بمجموعة الهيدروكسيل

تفاعلات خاصة بذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل

تَمَاعَلَاتَ الْأَحْمَاصُ الدُّرُومَاتِيةَ الدَّاصَةَ بَدْرَةَ هَيدرودِينَ مَجْمُوعَةُ الْهَيدروكُسِيلُ (تَمَاعَلَاتُ الْخَاصِيةُ الْحَامَضِيةُ)

تظهر الخاصية الحامضية في الأحماض الأروماتية في تفاعلها مع :

هيدروكسيدات الفلزات كربونات الفلزات

الفطيزات

مكونة ملح الحمض

تفاعلات النُحماض النُروماتية مع هيدروكسيدات الفلزات

تتفاعل الأحماض الأروماتية مع هيدروكسيدات الفلزات (تفاعل تعادل) مكونة ملح الحمض و ماء.

و تطبيق إلى يتفاعل حمض البنزويك مع هيدروكسيد الصوديوم مكونًا ملح بنزوات الصوديوم وماء.

$$\begin{array}{c}
\text{COOM} \\
& \downarrow \\
(\ell) \\
\end{array}
+ \text{NaOH}_{(aq)} \longrightarrow \begin{array}{c}
\text{COONa} \\
& \downarrow \\
(aq) \\
\end{array}
+ \text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$$

بنزوات صوديوم حمض بنزويك

خ كيفية الحصول على البنزين من الطولوين.	وضبح بالمعادلات الرمزية	داء ذاتي
---	-------------------------	----------

771

تفاعلات النَّحْمَاض النَّرومَاتية الخاصة بمجموعة الهيدروكسيل (تفاعلات تكوين البسترات)

تتفاعل الأحماض الأروماتية مع الكحولات مكونة استرو ماء

تطبيق لل يتفاعل حمض البنزويك مع الكحول الإيثيلي مكونًا إستر بنزوات الإيثيل وماء.

$$COOC_2H_5$$
 $COOC_2H_5$
 COO

فيسر: لا يصلح استخدام حمض الكبريتيك المركز كمادة نازعة الماء في تفاعل الأسترة بين حمض البنزويك مع الإيثانول.

لأنه يتفاعل مع حلقة بنزين الحمض بالاستبدال (تفاعل سلفنة).

اختبر نفسك بكتابة معادلة التفاعل

الأحماض العضوية فى حياتنا

· تتعدد صور الاستفادة من الأحماض العضوية في حياتنا، وسوف نوضح فيما يلي الأهمية الاقتصادية البعض الأحماض الأليفاتية والأروماتية والأمينية.

🍙 العقاقير،

MCOOH مصض الفورميك

حمض الفورميك يفرزه النمل الأحمر طبيعيًا عند دفاعه عن نفسه.

لاهمية الاقتصادية لحمض الفورميك

يستخدم في صناعة:

• الصبغات.

• العطور •

• البيدات الحشرية.

• البلاستيك،



صبغات

بللورات حمض الخليك الثلجي

EH COOH تمض الأسيتيك CH CH

منض الخليك النقى (100%) نفاذ الرائحة، ليسمسي بحميض الخليك الثلجي، لأنه يتجمد على هيئة بالورات شفافة تشبه الثلج عند C°16

479 س المانا كيمياء-شرح/٣ ث (م: ٤٧)



الأهمية الاقتصادية لحمض الأسبتيك

- ◄ يستخدم حمض الأسيتيك كمادة أولية هامة في تحضير الكثير من المركبات العضوية، مثل
 - الحرير الصناعي. الصبغات.
 - المبيدات الحشرية. الإضافات الغذائية.
 - ويستخدم المحلول المخفف من حمض الأسيتيك (4%) في المنازل
 في صورة خل.



خيوط الحرير الصناعي (الربون)

دمض البتزويك C_sH_sCOOH

◄ حمض البنزويك لا يمتص بالجسم، لأنه شحيح الذوبان في الماء.
وحتى يسهل امتصاص حمض البنزويك بالجسم يتم تحويله إلى
ملح صوديومي أو بوتاسيومي يذوب في الماء.

- (الأهمية الاقتصادية لأملاح حمض البنزويك)

- ◄ تستخدم بنزوات الصوديوم (0.1%)
 كمادة حافظة للأغذية المحفوظة،
 - لأنها تمنع نمو الفطريات عليها.



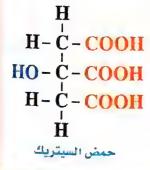
المربى والمخللات من الأغذية المحفوظة التي يستخدم في صناعتها بنزوات الصوديوم

حمض السيتريك

- ◄ حمض السيتريك من الأحماض ثلاثية القاعدية
 التى توجد فى الموالح، مثل:
 - الليمون (بنسبة 7%: 5%).
 - و البرتقال (بنسبة 1%).

(الأهمية الاقتصادية لحمض السيتريك

- ◄ يضاف حمض السيتريك إلى الفاكهة المجمدة ،
 الحفاظ على لونها وطعمها.
- پستخدم حمض السيتريك في صناعة الأغذية المحفوظة،
 لأنه يقلل من قيمة pH لها فيمنع نمو البكتيريا عليها.





الأغذية المحفوظة

الدرس الحادى عشر

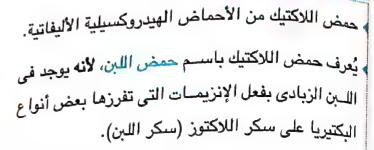
أداء ذاتي

ما الاسم الشائع المركب المقابل ؟

مض اللاكتيك

CH₃-CH-COOH OH

حمض اللاكتيك



تزداد نسبة حمض اللاكتيك فى العضلات أثناء القيام بمجهود عضلى عنيف، ويؤدى تراكمه فى العضلات إلى حدوث تقلصات عضلية.



تراكم حمض اللاكتيك في العضلات يسبب تقلصات عضلية

أداء ذاتي ما الاسم الكيميائي للسكر الموجود في كل من:

(١) القصب

(۲) اللنـــن

والإرزابية سيلال ويتسم

يُعرف حمض الأسكوربيك باسم فيتامين C وهو من القيتامينات التي يحتاجها الجسم بكميات قليلة، يتم توفيرها من:

و الفاكهة.

- ه الحمضيات (الموالح).
- الخضروات مثل الفلفل الأخضر.
- يتحلل حمض الأسكوربيك بالحرارة وفعل الهواء.

اغذية غنية بفيتامين C

تورم المفاصل من أعراض مرض الأسقربوط

الأهمية الاقتصادية لحمض الأسكوربيك

نقص حمض الأسكوربيك (قيتامين C) في جسم الإنسان يودي إلى تدهور بعض الوظائف الحيوية والإصابة بمرض الأسقربوط والذي من أعراضه:

• تورم المفاصل.

• نزيف اللثة.

TVI

كمض السلسليك 🔻

◄ حمض السلسليك من الأحماض الهيدروكسيلية الأروماتية.

الأهمية الاقتصادية لحمض السلسليك

🖡 يستخدم في :

- و القضاء على الثَّاليل الجلدية وحب الشياب.
- تجضير مستحضرات التجميل الخاصة بالجلد، لإكساب الجلد النعومة وحمايته من أشعة الشمس.
 - و تحضير العقاقير مثل: الأسبرين وربت المروخ.

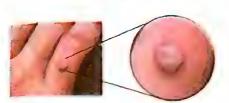
النحماض النميتية

- ◄ الأحماض الأمينية هي مشتقات أمينية للأحماض العضوية.
- ♦ أبسط أنواع الأحماض الأمينية هو حمض الجلابسين NH₂CH₂COOH ويتكون نتيجة لإحلال مجموعة أمينو (NH₂) محل ذرة ميدروجين مجموعة الألكيل الموجودة في جزيء حمض الأسيتيك.
- ﴾ الأحماض الأمينية الموجودة في الطبيعة متعددة ولكن يوجد منها 20 حمضًا فقط في البروتينات الطبيعية.
- ◄ الأحماض الأمينية الموجودة في البروتينات تتميز جميعها بأنها من نوع الألفا أمينو وهي الأحماض التي تتصل فيها مجموعة الأمينو بذرة الكربون ألفا (∞)، وهي التي تلي مجموعة الكربوكسيل مباشرةً.

النُهمية الاقتصادية للنَّحماض النَّمينية

﴾ تعمل كمونومرات في تحضير البروتينات الطبيعية.

OH COOH



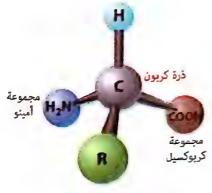
يستخدم حمض السلسليك في القضاء على الثاليل الجلدية

H - C - C مجموعة كربوكسيل OH الله

حمض الأسيتيك

$$H$$
 H O مجموعة $N-C-C$ OH O أمينو H

حمض الجلايسين



تموذج حمض ألظا أمينو

الإيضاح فقط

◄ تتكاثف الأحماض الأمينية عن طريق مجموعتي الكربوكسيل والأمينو مكونة البروتينات.

البسترات

بنتشر الإسترات بكثرة فى الطبيعة فهى توجد فى كل من المواد النباتية والحيوانية. استخدم الإسترات بمفردها أو ممزوجة بمركبات طبيعية فى صناعة العطور والنكهات المختلفة.

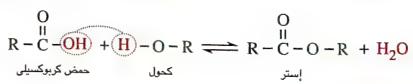
الإسترات هي مركبات عضوية تنتج من تفاعل الأحماض الكربوك سيلية مع الكحولات، كما يتضح من المعادلة التالية:



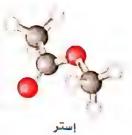
تستخدم الإسترات في صناعة معطرات الجو

تذكر أن

تتفاعل الأحماض العضوية أو غير العضوية مع القواعد مكونة ملح وماء، لذا يتشابه تفاعل تكوين الإسترات مع تفاعل تكوين الأملاح



المجموعة الوظيفية للإسترات هي :



 $\mathbf{R} - \mathbf{COO} - \mathbf{R} : \mathbf{R}$ الميغة العامة للإسترات هي

مجموعتى R قد تكونا الكيل أو اريل، وقد تكونا متشابهتين أو مختلفتين والمستبدل مجموعة R البادئة للإستر بذرة هيدروچين».

أداء ذاتى

ارسم الصيغة البنائية للإستر الني يحتوى على ذرتى كربون فقط.

التسمية الشائعة للإسترات

يتكون الاسم الشائع للإسترمن جزئين، هما :

الجزء الأول (يشتق من اسم الحمض)

يشتق من الاسم الشائع للحمض مع استبدال المقطع (– يك) بالمقطع (– ات) وحذف كلمة حمض

الجزء الثاني (يشتق من اسم الكحول)

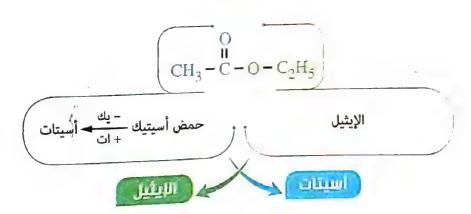
وهو اسم مجموعة الألكيل المتصلة بذرة الأكسچين في جزىء الكحول

اللاتعيل الجزء الثاني

الجزء الأول (العالات

... اسم الإستـر ...

تطبيق



وثيال 🛈

اكتب أسماء الأحماض والكحولات المشتقة منها الإسترات الآتية، مع كتابة الاسم الشائع لكل منها:

$$CH_3 - (CH_2)_2 - C - O - C_2H_5$$
 (τ)

$$H-C-O-CH_3$$
 (1)

الحــــل

الاستر		الكحول	4	الحمض	
فورمات الميثيل	~	كحول ميثيلي		حمض فورميك	١
بيوتيرات الإيثيل		كحول إيثيلي		حمض بيوتيريك	۲

مالن

المنائية البنائية الإسترات التالية : (٩٠) المتيتاكا النائيل.

معرة الحسل

الكــــل

(٢) أسيتات البيوتيل.

الصيفة البنائية

الصيغة البنائية

 $CH_3 - C - O - C_4H_0$

الجزء الثاني

الفينيل مشتق من الفينول C₆H₅OH

مشتق من الفينول C₆H₅OH بعد نزع (H –) من مجموعة (OH –)

الجزء الأول

اسيتات

مشتق من حمض الأسيتيك CH₃COOH بعد نزع (OH –) من مجموعة (COOH –) O

الجزء الثاني

البيوتيل

$$-O-C_4H_9$$

الجزء الأول

أسيتات

تسعية الأبوباك للبستراث

اسم الإستر حسب نظام الأيوباك يتكون من جزئين. هما :

R - C - O - R

الجزء الأول (يشتق من اسم الحمض)

يشتق من اسم الأيوباك للحمض المقابل مع استبدال المقطع (- يك) بالمقطع (- ات) وحذف كلمة حمض

الألكيل الجزء الثاني

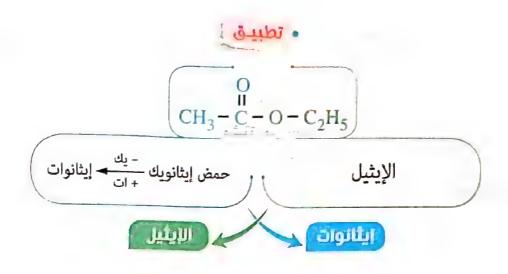
الجزء الثاني

(يشتق من اسم الكحول)

وهو اسم مجموعة الألكيل المتصلة بذرة الأكسچين ف جزى، الكحول

الجزء الأول الكالوات

اسم الإستر



وثيال 🛈

اكتب أسماء الأحماض والكحولات المشتق منها الإسترات الآتية، مع كتابة اسم كلًا منها تبعًا لنظام الأيوباك:

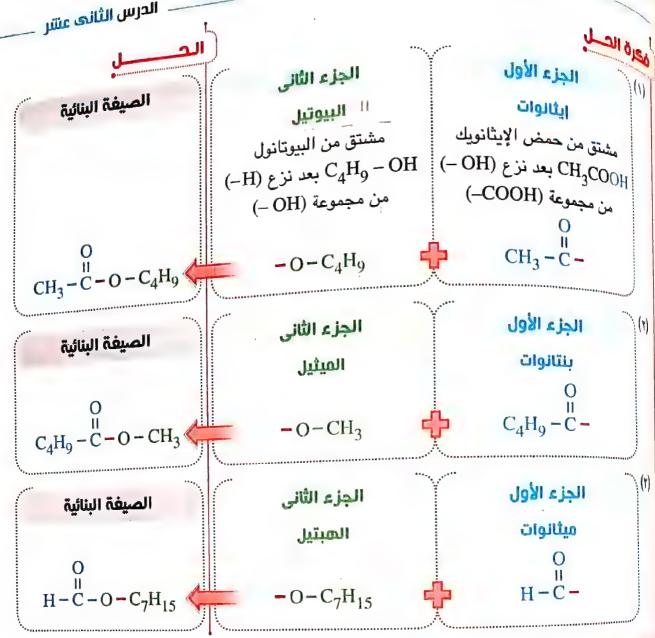
الحـــل

الإستر	الكحول	الحمض
ميثانوات الإيثيل	إيثانول	١ حمض ميثانويك
بروبانوات الميثيل	ميثانول	۲ حمض بروبانویك
بنزوات الإيثيل	إيثانول	٣ حمض بنزويك
بيوتانوات الإيثيل	إيثانول	٤ حمض بيوتانويك

وثيال 🛈

ارسم الصيغة البنائية للإسترات التالية :

- (١) إيثانوات البيوتيل. (٢) بنتانوات الميثيل.
- (٢) ميثانوات الهبتيل.



فيال 🕜

المسيغة البنائية الربعة أيزومرات من الإسترات لها الصيغة الجزيئية C5H10O2، م كتابة تسمية الأيوباك لكل منها.

(1)	(٣)	(٢)	(1)	
C ₃ H ₇ - C - O - CH ₃	$\begin{bmatrix} O \\ C_2H_5 - C - O - C_2H_5 \end{bmatrix}$	O CH ₃ -C-O-C ₃ H ₇	O H-C-O-C ₄ H ₉	الصيغة البنائية
بيوتانوات الميثيل	بروبانوات الإيثيل	إيثانوات البروبيل	ميثانوات البيوتيل	تسمية لأيوباك
				ذاتی

المناء المسترات التي تكون أيزومرات للمركبات الآتية :

(٢) حمض الإيثانويك.

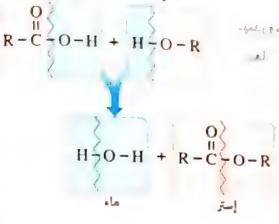
سر ۱۹۱۱ کسمیاء - شرح / ۳ ث (م: ۱۸)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تحضير الاسترات صناعيا

- تُحضر الاستران بتفاعل الأحماض الكربوكسيلية
- مع الكدولات والتي تمثل بالمعادلة العامة المقابلة مست المستعام المعادلة
 - وتستخدم في تفاعلات الأسترة مادة نارعة للماء، مثل :
 - حمض الكبريتيك المركز،
 - غاز كلوريد الهيدروجين الجاف.

للنخلص من الماء الناتج وبالتالي منع التفاعل العكسى وربادة معدل التفاعل الطردى (اتجاه تكوين الإستر) تبغا لقاعدة لوشاتيليه.



حمض کربوکسیلی

• تطبيق ' تحضير إستر أسيتات الإيثيل.

$${
m CH_3COOH}_{(l)} + {
m C_2H_5OH}_{(l)} \xrightarrow{
m cone} {
m CH_3COOC_2H}_{5(aq)} + {
m H_2O}_{(l)}$$
 ماه إستر أسيتات إيثيل الميتات إيثيل

الخواص العامة للإسترات

تتناول الخواص العامة للإسترات كل من:



أوق الخواص الفيزيائية للإسترات

- العالة الفيزيائية: الإسترات معظمها سوائل.
- الرائدة: تتميز معظم الإسترات بروائح زكية وهى التى تمد الفواكه والأزهار والزيوت العطرية برائحتها والنكهة الخاصة بها.
- الارتفاع التدريجي في الكتلة المولية للاحماض الكربوكسيلية
 والكحولات المستخدمة في تكوين الإستر يغير طبيعة
 الإستر من سائل ذو رائحة زكية إلى مواد صلبة شمعية
 عديمة الرائحة تقريبًا.
- الشموع التي يمثلها شمع النصل ما هي إلا إسترات ذات كتلة مولية مرتفعة.



شمع عسل النحل عبارة عن إستر

مع عباد الإستران اقل بكلير من درحة غيان الأحماض الكربوكسيلية أو الكحولات المساوية لها في الكلة المولية، معافيه الموجودة في كل من الاحماض الكربوكسيلية والمه الموجودة في كل من الاحماض الكربوكسيلية والمهولات والتي تسبب ارتباط جزيئاتها معًا مروح عد مبروجيت،

المركب	الصيغة الكيميائية	الكتلة المولية (g/mol)	درجة الغليان
حمض الإيثانويك	СН3СООН	60	118°C
همان الريانول البروبانول	C ₃ H ₇ OH	-60	97.8°C
فورمات الميثيل	HCOOCH ₃	60	31.8°C
معض البروبانويك	C ₂ H ₅ COOH	74	141°C
البيوتانول	C_4H_9OH	74	118°C
أسيتات المبشيل	CH3COOCH3	74	57°C

الخواص الكيميائية للإسترات

فانيا

ونُد الاعتران هركبان من الله من اشتقاقها من الأحماض الكربوكسيلية والكحولات (التي لها صغة حامضية).

، يوضح المخطط الأتي أهم تفاعلات الإسترات :









التطل المائس للبسترات

وبسّع من القطل المائي للإستر حمض عضوى و كحول،

· وبعتبر هذا التفاعل عكس نفاعل الاسترة، وقد يتم النحفل المائي للإسترات في :





(H⁺) التحلل المائى للإسترات فى وسط عامضى

- ◄ تتحلل الإسترات مائيًا في وجود وسط حامضي (H+) مكونة دمض عضوى و كدول.
 - تطبيق التحلل المائي في وسط حامضي لأسيتات الإيثيل.

التحلل المائى للإسترات في وسط قاعدي

- ◄ تتحلل الإسترات مائيًا بالتسخين في وجود وسط قلوى مثل هيدروكسيد الصوديوم NaOH مكونة ملح الحمض العضوى و كحول.
 - تطبيق التحلل المائي في وسط قاعدى لأسيتات الإيثيل.

$$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_{5(l)} + \text{NaOH}_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COONa}_{(aq)} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)}$$
 استات صوديوم

• تطبيق التحلل المائي في وسط قاعدي لبنزوات الإيثيل.

$$C_6H_5COOC_2H_{5(l)} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} C_6H_5COONa_{(aq)} + C_2H_5OH_{(l)}$$
 بنزوات ایشیل بنزوات صودیوم

أداء ذاتى وضح بالمعادلات الرمزية كيفية الحصول على الميثان من أسيتات الإيثيل.

التحلل النشادري للإسترات

- ◄ هو تفاعل الإسترات مع الأمونيا لتكوين أميد الحمض الكربوكسيلى و الكحول.
 - تطبيق <u>0</u> التحلل النشادري لأسيتات الإيثيل.

• تطبيق 0 التحلل النشادري لبنزوات الإيثيل.

$$C_6H_5COOC_2H_{5(l)} + NH_{3(g)} \longrightarrow C_6H_5CONH_{2(l)} + C_2H_5OH_{(l)}$$
 بنزوات إيثيل بنزوات إيثيل

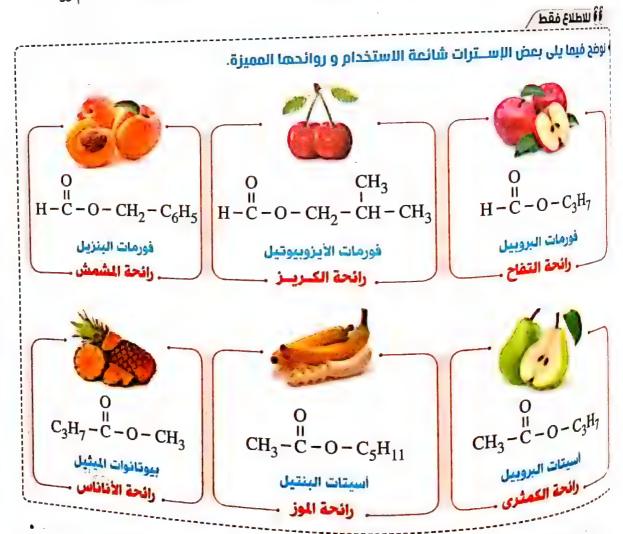
أداء ذاتى وضع بالمعادلات الرمزية :

- (١) كيفية الحصول على أميد حمض عضوى من حمض أروماتي.
 - (٢) تفاعل التحلل النشادري لأيزومر حمض الإيثانويك.



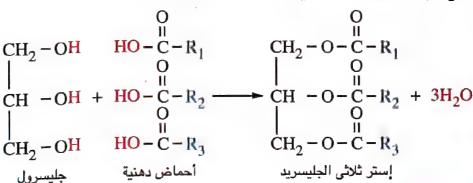
الإسترات كمكسبات طعم ورائحة

تبر الإسترات بروائح زكية جعلت منها مواد هامة في كثير من الصناعات الغذائية كمكسبات طعم ورائحة.



الدسترات كدهون وزيوت

- ◄ الأحماض الدهنية هي أحماض أليفاتية أحادية الكربوكسيل (مشبعة في الدهون وغير مشبعة في الزيوت) تتفاعل مع الجليسرول مكونة إسترات.
- ◄ الأحماض العضوية المكونة للدهون والزيوت تكون أحيانًا من نوع واحد، إلا إنها غالبًا تكون مختلفة، بمعنى أن السلسلة الكربونية المكونة لها قد تكون :
 - قصيرة أو طوبلة.
 - مشبعة أو غير مشبعة.
 - في ضوء ما سبق يمكن تعريف الدمون والزيوت، بأنها إسترات ناتجة عن تفاعل الجليسرول مع الأحماض الدهنية وتُعرف جزيئاتها بإستر ثلاثي جليسريد.
 - ◄ تُسمى جزيئات الدهون و الزيوت بثلاثي جليسريد، لأن كل جـزىء منها يتكون من تفاعل 1 جزىء من الجليسرول مع 3 جزيئات من الأحماض الدهنية.
 - ◄ والتى يُعبر عنها بالمعادلة التالية :



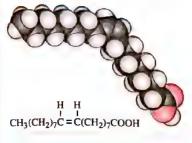
التصبن

تُعرف عملية التحلل المائي للدهون أو الزيوت في وسط قلوى مثل هيدروكسيد البوتاسيوم KOH أو هيدروكسيد الصوديوم NaOH لتكوين صابون وجليسرول بعملية التصبن، لأنها تُمثل الأساس الصناعي لتحضير كل من الصابون والجليسرول.

باالفرق بين الصابون و المنظف المنتاعي ؟

الصابون: ملح صوديومي الأحماض دهندة عالية.

المنظف الصناعي: ملح صوديومي لألكيل حمض بنزين السلفونيك.



جزىء حمض دهنى غير مشبع (للريضاج فقط)



جزىء حمض دهني مشبع (للإيضاح فقط)



عنتر ماللات عنتر

البسترات لبوليمرات (البولى استرات)

تعمل الإسترات كمونومرات في تحضير البولي إسترات وهي بوليمرات تنتج من عملية تكاثف مشتركة لونومرين، أحدهما حمض ثنائي الكربوكسيل (القاعدية)، والآخر كحول ثنائي الهيدروكسيل.

ومن أشهر البولى إسترات الداكرون.

تحضير الداكرون)

• يُصنع بوليمر الداكرون من أسترة حمض التيرفثاليك مع الإيثيلين جليكول.

• وتستمر عملية التكاثف عن طريق :

- مهاجمة مجموعة هيدروكسيل جزىء الكحول لطرف الجزىء من جهة مجموعة كربوكسيل الحمض.
- مهاجمة مجموعة كربوكسيل جزىء الحمض لطرف الجزىء من جهة مجموعة هيدروكسيل الكحول. وباستمرار عملية التكاثف يتكون جزىء طويل جدًا يسمى بولى إستر (بوليمر الداكرون).

استخدامات الداكرون

فطرًا للخمول الكيميائي لبوليمر الداكرون تصنع منه :

- أنابيب تستخدم كبدائل الشرايين التالفة.
 - صمامات القلب الصناعية.

الإسترات كعقاقير طبية

• نُسْتَخْدَمُ الْإسترات كمادة فعالة في صناعة الكثير من العقاقير، مثل :





ويستخدم في تحضير هذين العقارين حمض السلسليك الني يحتوى على مجموعتى الكربوكسيل والهيدروكسيل معًا.

زيت المروخ (سلسيلات ميثيل)

• تحضير زيت المروخ

استخدام زيت المروخ

يستخدم زيت المروخ كدهان موضعى لتخفيف الآلام الروماتيزمية، حيث إنه يمتص عن طريق الجلد.



يستخدم زيت المروخ كدهان موضعى لتخفيف الألام الروماتيزمية

النُسبرين (أسيتيل حمض السلسليك)

تحضير الأسبرين

يُحضر الأسبرين بأسترة حمض السلسليك مع حمض الأسيتيك.

• وجود مجموعة الأسيتيل (CO - CH₃) في الأسبرين رغم أن المادة الفعالة فيه هي حمض السلسليك، يجعل الأسبرين عديم الطعم - تقريبًا - ويقلل من حموضته.

﴿ استخدام الأسبرين

الأسبرين من أهم العقاقير التي تُستخدم في :

- ه تخفيف آلام الصداع.
- و خفض درجة الحرارة.
- تقليل احتمالات حدوث الأزمات القلبية،

لأنه يُقلل تجلط الدم (يزيد من سيولة الدم).



الأسبرين من الإسترات

بنصع الأطباء بتفتيت حبة الأسبرين قبل بلعها أو أخذها مذابة في الماء، لأنه يتحلل مائيًا في الجسم مكونًا وينصع الأطباء بتفتيت حبض الأسيتيك، وهذه الأحماض تسبب تهيج لجدار المعدة وقد تسبب قرحة للمعدة.

COOH
$$O - C - CH_{3(s)} + H_2O(l)$$

$$O - C - CH_{3(s)} + U_2O(l)$$

$$O - C - CH_{3(s)} + U_3O(l)$$

، تُخلط بعض أنواع الأسبرين بمادة قلوية مثل هيدروكسيد الألومنيوم، لمعادلة حمضى السلسليك والأسيتيك الناتجين عن عملية التحلل المائى للأسبرين.

ि ॥ प्रतिपत्र कृष्ट्

الهنود الحمر أول من اكتشفوا أن للحاء شجرة الصفصاف القدرة على تخفيف الصداع، وقد تم استخلاص مادة حمض السلسليك من لحاء هذه الشجرة فيما بعد لاستخدامه في صناعة الأسبرين.



قطع لحاء درة الصفصاف



داء شحرة الصفصاف



شجرة صفصاف

اتی	ı		
البوو	1	H	

	١) انكر وجه تشابه و وجه اختلاف بين الداكرون و الأسبرين.

(٢) كيف تعيز عمليًا بين الأسبرين و زيت المروخ ؟

man bear when the second of th	
and the same	

الاماتحاما كيمياء - شرح / ٣ ث (١: ١٩) ٥٨٣

احرص على أقتناء كتب الاملنحان

لنماذج الامتحانات بنظام Open Book

فک

الكيمياء

الفيزياء

الأحياء

اللغة العربية

الچيولوچيا و العلوم البيئية



الفهــرس

الصفحة	الموضــــوع		
	الانتقاليـــة	مر	لنوا 🖪
19	بدايــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	من الی	درس الأول
۳E	الخصائص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى. ما قبـــل فلــز الحـــديد.	من إلى	درس الٹانی
80	فلــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	من الی	درس الئالث
Olm	خواص الحديـــد. نهايـة البــــاب.	من الی	درس الرابع
	<u>کیمی</u> ائی	ــل ال	التحلي
ור	بدايــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	من إلى	درس الأول
VV	الكشـــف عن الكاتيونـــــات. ما قبل التحليل الكيميائي الكمي.	من إلى	درس الثاني
Vh	التحليــــل الكيميـــــــائى الكمى. نهــايـــة البــــــاب	من إلى	درس الثالث
-	<u>کیمیائی</u>	زان ال	الاتــــ 3
99	بدايـــــة البـــــاب.	من إلى	لدرس الأول
III	العوامل المؤثرة على اتزان التفاعلات الكيميائية.	من الی	لدرس الثاني
IPE	الاتزان الأيوني. ما قبل التحلل المائي للأملاح.	من إلى	الارس الثالث
109	التحلل المائي للأملاح. نهايـة البــــاب.	من إلى	الدرس الرابع

الصفحة	الموضوع			
	الكمربيـــة	مياء	الكي	4 5
IVI	بدايــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	من إلى	الأول	الدرس
IA9		من إلى	الثاني	الدرس
۲،٤	الخلايــا الإلكتـروليتيــة. نهــايــة البـــــاب،	ەن إلى	الثالث	الدرس
	ـاء العضوية	عيميـ	ונ	5 ⁻ 5.
ררע	من بدایــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	J9	حرس الأ	
rer	الألكانـــات.	u-	الثــانــ	الدرس
۲٥٧	الميثـــــان.	ث	الثــالـــ	الدرس
ָררז ֶ	الألكـيـنـــات (الأوليفينات).	3	الـرابـــ	الدرس
ראז	الألكايـنــات (الأسيتيلينات).	Ип	الخام	الدرس
rav	الميدروكربونات الحلقية.	(Ju 3	الســــاد	الدرس
۳.٦	البنـزيـــــن العطـــرى.	ابع		الدرس
۳۲۲	مشتقات الهيدروكربــونات.		الثـــاه	
Hhl Hhl	الإيثانـــول. للماد المادة		التاس	
۳٤۸	الفينــــــولات.		العاشــ	
Poγ	الأدمـــاض الكربوكسيليـــة.		ر الحادى د	
μΛh	الإستــــرات.	ىشر	ر الثاني د	الدرس

تصريح وزارة التربية والتعليم رقم ١٠٤ – ١٤ – ١٠ – ١٤١

كتب الامتحان لايخرج علها أى امتحان

الآن بجميع الكتبات

كتب **الأمانكانا** في

- التـــاريـخ الجــغرافيا
- الچيولوچيا و العلوم البيئية
- علــم النفــس و الاجـــتماع
- الغلسفة وقضايا العصر



الآن يمكنك مشاهدة شرح

بعض أجزاء المنهج عن طريق : مسج الكود عليها باستخدام الموبايل



أدخل كودك الشخص
 الموجود على ظهر الغلاف
 لمـــزيد من المعـــلومات
 انظــــر صفحـــتى ٤٠٥







الحولية للطبع والنشر والتوزيع

الفجيالة -القاهيرة

.r/голлллл - гоч.Errr - голлооло гор ди www.alemte7anbooks.com Email | info@alemte7anbooks.com

